A grafite pode ser observada sem qualquer ataque dado o seu fraco poder reflector da luz. Entre os regentes de uso geral aconselhamos o picral, embora alguns autores prefiram o iodo ou

Fig. 3 — Pormenor da figura 5. Associação de ferrite, perlite e cementite. Ampliação: 1000 x.

o nital; o picral é muito útil na revelação da perlite enquanto os grãos de ferrite são mais fàcilmente observáveis após um ataque demorado com nital. O chamado calor cromogéneo (heat-tinting) é muito útil na observação das estruturas celurares e na identificação dos diferentes constituintes; este método consiste em aquecer, ao ar, a peça a fim de provocar uma oxidação da supefície, oxidação esta que se dá de um modo progressivo e selectivo em relação a cada um dos componentes usuais das ligas de ferro e carbono. A perlite apresenta-se, no início do aquecimento, acastanhada (ferrite em castanho e cementite em branco) passando depois a vermelho, a azul e a azul e branco; o eutéctico fosforoso inicialmente branco passa a amarelo e finalmente a vermelho. A ferrite e a cementite não são atacadas ou coloridas pelos reagentes de uso geral; para revelar a cementite utiliza-se uma solução fervente de picrato de sódio; a acção deste reagente metalográfico é evidenciada nas micrografias das figuras 4 e 5: na primeira vêem-se dois veios de grafite rodeados de perlite e pontos deste constituinte disseminados numa massa cementítica (ledeburite-eutéctico de austenite e cementite) que se apresenta clara depois do ataque da superfície com picral. A figura 5 mostra a mesma secção atacada com picrato de sódio: a cementite apre-

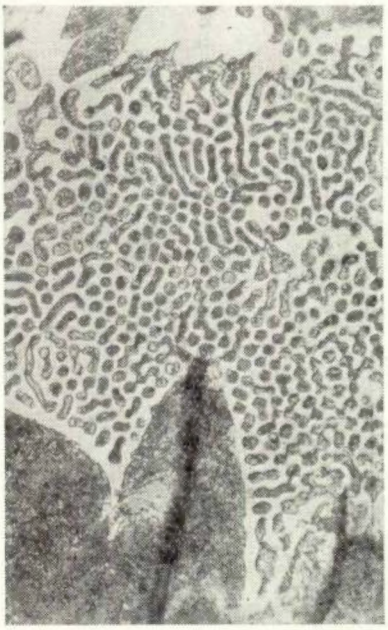


Fig. 4 — Micrografia mostrando a ledeburite (eutéctico de austenite e cementite) depois de atacada a superfície com picral: em claro apresenta-se a cementite que não foi atacada e a perlite em pontos escurecidos. Pormenor da figura 19. Ampl. 500 x.

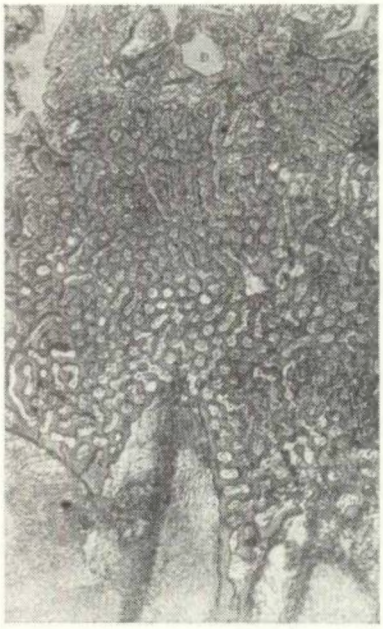


Fig. 5 — Micrografia mostrando o efeito do picrato de sódio: a cementite coloriu-se enquanto a perlite foi ligeiramente atacada. Secção da figura 4. Ampl. 500 x.

senta-se escurecida e a perlite ligeiramente atacada. Para revelar o eutéctico fosforoso usam-se reagentes especiais, embora o nital seja suficiente, se os teores em fósforo são elevados; a figura 6,

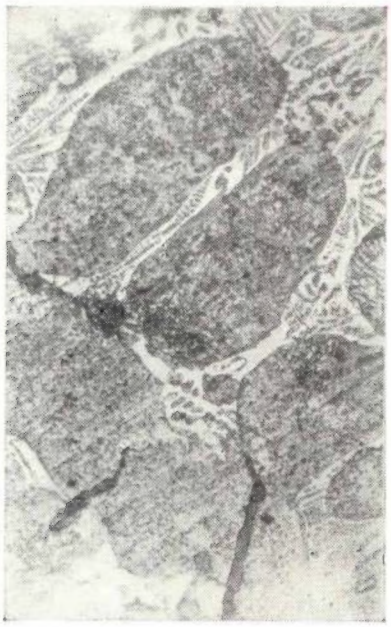


Fig. 6 — Eutéctico fosforoso binário (esteadite), revelado com nital, numa liga com 1,85% de fósforo. Grãos de perlite e veios de grafite. Ampl.: ca. 500 diâmetros.

mostra um destes casos e simultâneamente apresenta-nos o eutéctico segregado, isto é, no espaço compreendido entre os grãos. Entre os reagentes mais usados na revelação deste eutéctico o hipobromito tem dado excelentes resultados pois aquele adquire coloração ao fim de 4 minutos de contacto com o reagente; a figura 7 mostra os grãos perfeitamente delineados devido à coloração do eutéctico segregado. A figura 8 mostra, sob maior aplicação o eutéctico fosforoso revelado pelo hipobromito: os pontos claros dentro da parte escura são ferrite inatacada. O reagente de Murakami (solução alcalina de ferricianeto de potássio) embora dê bons resultados é de incómoda utilização; a figura 1 foi obtida depois de atacada a superfície metálica com uma solução fervente deste reagente.

O enxofre pode ser revelado pelo método Baumann que consiste em fazer reagir o ácido sulfúrico com os sulfuretos do metal, a fim de libertar o ácido sulfídrico; este gás em contacto com o brometo de prata existente em papéis fotográficos precipita o sulfureto de prata que não é eliminado pelo fixador fotográfico de hipossulfito.

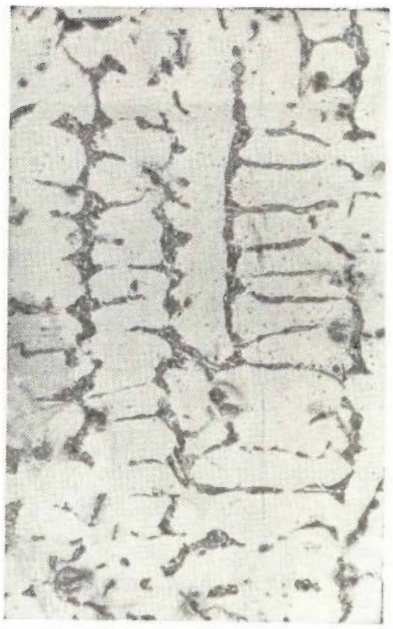


Fig. 7 - Eutéctico fosforoso binário (esteadite), numa liga com 1,05% de fósforo, revelado com reagente de hipobromito. Grãos de perlite perfeitamente delineados devido a coloração e segregação da esteadite. Ampl.: ca. 200 diâmetros

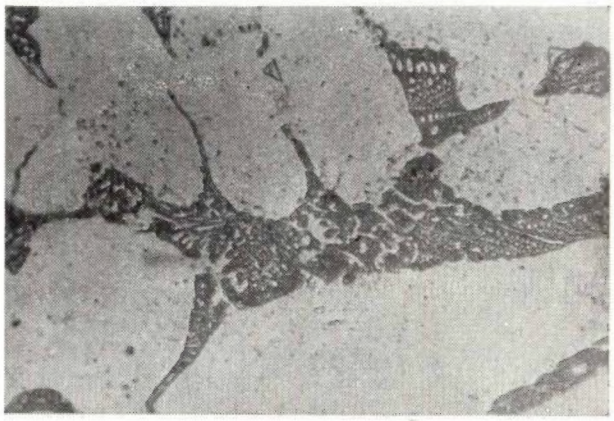


Fig. 8 - Esteadite revelada com reagente de hipobromito; gusa fosforosa contendo 1,85% de fósforo. Os pontos claros em disposição semelhante aos ossos de um esqueleto são ferrite. Ampl.: ca. 500 diâmetros.

Caso I

A análise elementar da amostra que vamos estudar é a seguinte:

Ct = 3,06%
Si = 1,25%
S = 0,36%
Mn = 0,39%
P = 0,78%

Recolhemos, igualmente, duas úteis indicações: a obtenção da limalha só foi possível com uma broca de diamante e o ataque químico inicial não revelou a existência de carbono livre.

Antes de procedermos à análise metalográfica podemos tirar conclusões interessantes dos dados colhidos que permitam prever alguns resultados da observação micrográfica.

Atendendo às proporções estequiométricas dos diferentes compostos que se podem formar numa liga de ferro e carbono e às afinidades relativas dos diferentes elementos doseados, podemos estabelecer a composição química aproximada:

$$SMn = 0{,}97\ \%$$
$$CMn_3 = \ldots$$
$$CFe_3 = 4{,}6\ \%$$
$$PFe_3 = 5{,}6\ \%$$
$$SiFe = 3{,}75\ \%$$

Admitimos que o carbono total se encontrava todo no estado de combinado, isto é, $C_c = C_t$.

Uma conclusão interessante refere-se ao facto da quantidade de manganésio presente não ter sido suficiente para formar o carbureto CMn_3 e para neutralizar a acção do enxofre combinando-se com este para formar o sulfureto.

Efectivamente, o teor em manganésio quìmicamente necessário para formar o sulfureto com o enxofre existente na liga é,

$$\%\,Mn = 1{,}7\ .\ \%\,S,$$

ou seja, para o caso em estudo 0,6 %. Podemos, portanto, concluir à priori que o enxofre será segregado o que raramente se verifica em produtos comercias. O enxofre livre vai contrariar o efeito grafitizante de silício, provàvelmente secundado por um arrefecimento rápido uma vez que o teor em carbono livre é nulo ou deve ser muito pequeno.

Estudando, em pormenor, a acção de enxofre podemos, consultando os trabalhos de Piowowarsky e Schumacher, concluir que, como o teor em enxofre livre é superior a 0,1 %, a quantidade de carbono livre admissível será 0,3 %.

A composição estrutural será também simples de estabelecer atendendo ao facto do teor em carbono equivalente ser inferior a 4,3 %; este teor pode ser obtido a partir da expressão empírica:

$$C_{eq} = C_t + 0{,}31\ .\ \%\,Si + 0{,}27\ .\ \%\,P$$

ou da expressão simplificada $C_{eq} = C_t + 1/3\ (\%\,Si + \%\,P)$. No caso em estudo o teor em carbono equivalente é igual a 3,69 % e, portanto, trata-se de uma liga hipoeutéctica. Usando as expressões do quadro I teremos:

Perlite: 46,8 %
Esteadite: 8,7 %
SMn: 0,97 %
Cementite: 43,5 %

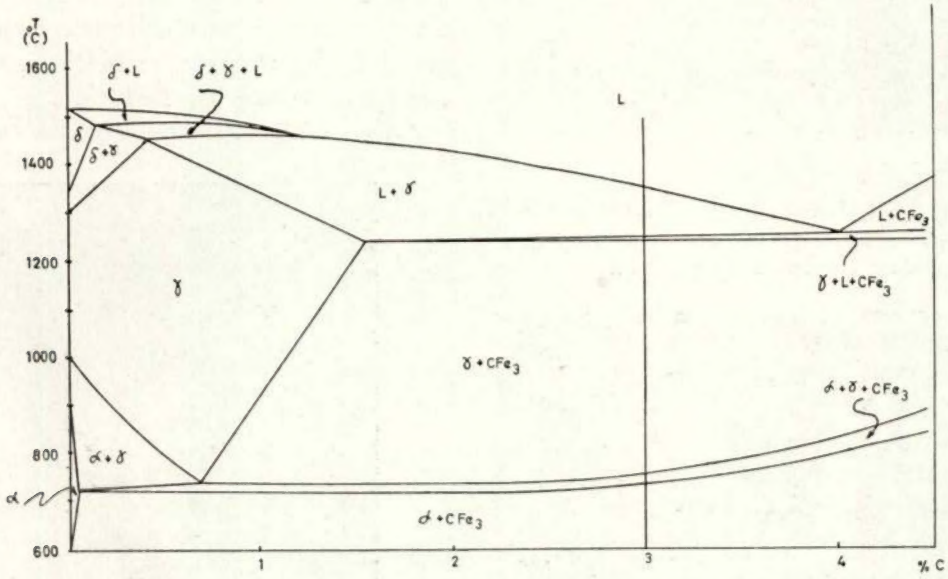


Fig. 9 — Diagrama de ferro-carbono para 1 % de silício. Estudo de arrefecimento de uma liga com 3 % de carbono.

O estudo de arrefecimento da liga tem de ser feito no diagrama de ferro-carbono-silício ou, então, no diagrama ferro-carbono representado na fig. 9 que é um corte do diagrama ternário para Si = 1 %. As dendrites de austenite primária começam a formar-se à temperatura de 1350° C; a cerca de 1220° C ocorre um pequeno domínio trifásico de líquido, austenite e cementite durante o qual solidifica o eutéctico. A partir daquela temperatura dar-se-ão modificações no estado sólido: a austenite vai rejeitar carbono até que, a cerca de 750° C, ocorre a transformação da austenite num estreito domínio trifásico de ferrite, austenite e cementite; abaixo daquele domínio apenas existirá ferrite e cementite.

Fig. 10 — Estrutura dendrítica de uma gusa branca. Os teores dos principais elementos são indicados no texto. Superfície atacada com picral: a parte escura é perlite e a clara é cementite. Ampl.: 50 x.

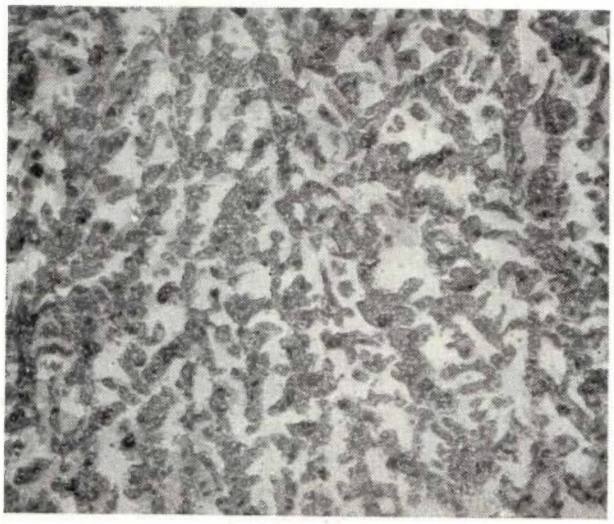


Fig. 11 — Gusa branca (caso I). Superfície atacada com nital numa zona vizinha da representada na figura anterior. Ampl.: 100 x.

Análise metalográfica

A figura 10 mostra o aspecto da liga quando observada ao microscópio sob ampliação de 50 diâmetros; a superfície foi atacada com picral para tornar observável a estrutura. Como vemos, o reagente revela a perlite que se apresenta sob manchas escuras; as partes claras são porções de cementite; a esteadite e as inclusões de sulfuretos não são observáveis; a perlite não está suficientemente resolvida para se observarem os seus constituintes. Note-se a disposição preferencial das dendrites: o facto destas se encontrarem muito alongadas segundo uma direcção permite-nos concluir que se deu um arrefecimento rápido segundo a direcção do alongamento das dentrites. A figura 11 mostra, sob maior ampliação, uma zona da superfície do provete próxima daquela em que foi obtida a fotografia da figura anterior: nesta micrografia já é observável o eutéctico fosforoso.

A figura 12 mostra que a perlite (2) é formada

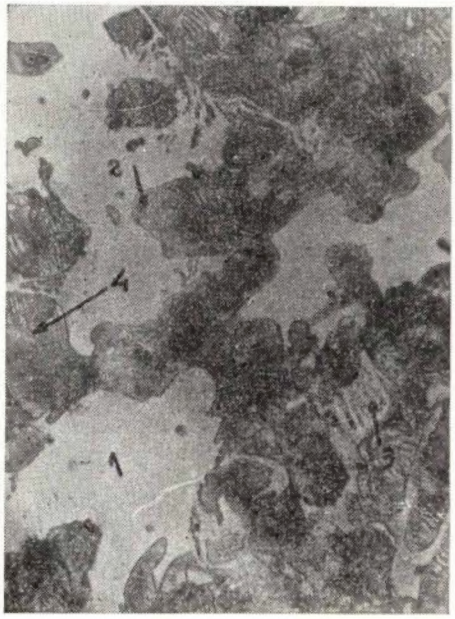
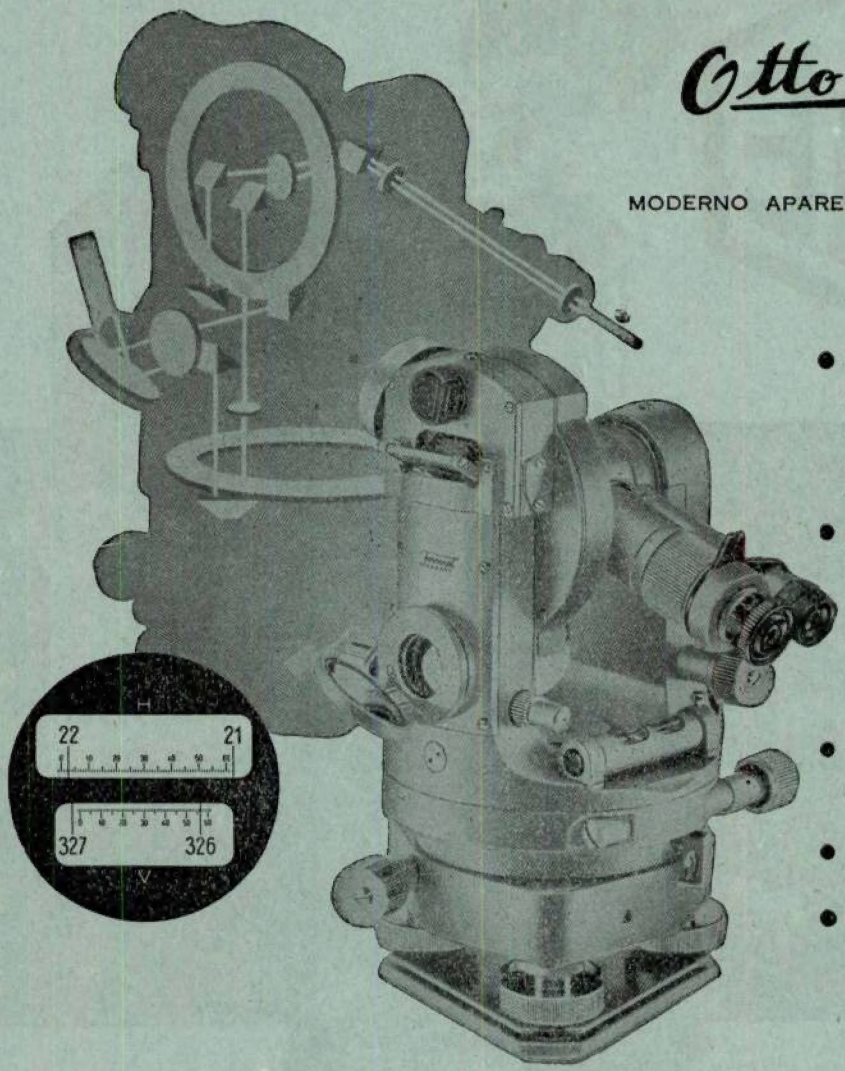


Fig. 12 — Gusa branca. Superfície atacada com nital (ca. 3 s). Constituintes observáveis: cementite (1), perlite (2), eutéctico fosforoso (3) e veio de grafite (4) Ampl.: 500 x.

TEODOLITO TAQUEOMÉTRICO FTI



Otto-Fennel

MODERNO APARELHO DISPONDO DE:

- Observação simultânea dos dois limbos pelo microscópio colocado ao lado da ocular da objectiva
- Leitura por sistema directo de 1c e décimos por estimativa
- Leitura do nível vertical por coincidência
- Prumo óptico
- Grande luminosidade

Características ópticas e mecânicas

Telescópio analáctico com lente de focagem interna, retículo medidor de distância, telescópio reversível com o extremo da objectiva.

Constante de adição	zero
Constante de multiplicação	100
Comprimento do telescópio	190 mm
Abertura da objectiva	36 mm
Ampliação	28 x
Distância mínima de mira	1 m
Nível redondo	6' a 8'
Nível de reversão	30"
Nível de horizontalidade paralelo ao eixo de inclinação	40"

Nível junto ao círculo vertical legível por ajustamento da coincidência 40". Passo circunferencial sobre círculos de vidro 360° ou 400 g, de 1° ou de 1 g.

Diâmetro do círculo horizontal 90 mm, do círculo vertical 70 mm

Leitura directa horizontal	1'	1c
Leitura por avaliação	1'	1c
Leitura directa vertical	0,1' = 6"	0,2c = 20cc
Leitura por avaliação	0,2' = 12"	0,25c = 25cc

Pesos: Instrumento 4,7 kg, Tripé com pés extensíveis 6,0 kg, Caixa metálica 4,0 kg

REPRESENTANTES

PAPELARIA FERNANDES — S. A. R. L.

L. DO RATO, 13 — TEL. 68 21 31/39 — R. DO OURO, 145 — TEL. 2 83 61/2 60 66

máquinas eléctricas

TRANSFORMADORES

LICENÇA SIEMENS SCHUCKERT

ATÉ 1600 kVA 35 kV

MOTORES TRIFÁSICOS ASSINCRONOS

ATÉ 120 Cv

EMPRESA NACIONAL DE APARELHAGEM ELÉCTRICA, S. A. R. L. AV. 24 DE JULHO, 158 — LISBOA

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS MOTRA EQUIPAMENTOS ELÉCTRICOS, S. A. R. L.

AV. INFANTE SANTO, 56 D-1.º LISBOA — TEL. 66 10 69 — 66 10 36

de lamelas de ferrite e cementite: aquela apresenta-se em claro e esta escurecida; podemos ainda observar o eutéctico fosforoso (3) e uma

Fig. 13 — Secção da figura anterior atacada com picrato de sódio fervente: a cementite está colorida de cinzento. Ampl.: 200 x.

Fig. 14 — Pormenor da figura anterior. Ampl.: 500 x.

placa de grafite (4) envolvida por perlite. Uma cuidadosa observação da micrografia permite verificar que a porção clara de cementite (1) não se liga com a ferrite da perlite; pelo contrário, é nítida a linha de contorno da perlite estabelecendo uma separação entre aqueles dois constituintes. Outro processo de distinguir a ferrite da cementite consiste no ataque da superfície metálica com picrato de sódio fervente.

A figura 13 mostra a cementite colorida por este reagente; se o ataque é ligeiro (cerca de 10 minutos) a cementite é colorida de castanho, mas se o ataque é mais demorado apresenta coloração cinzenta. A figura 14 mostra em maior ampliação uma parte da secção da figura anterior: observa-se fàcilmente a perlite e a cementite. O eutéctico fosforoso pode ser evidenciado atacando a superfície com o reagente de hipobromito; a figura 15 dá-nos um aspecto da superfície depois de atacada, durante cerca de 4 minutos, com aquele reagente. A parte escura

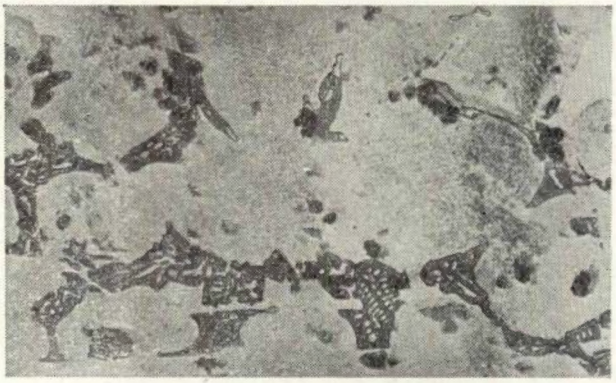


Fig. 15 — Secção da amostra referenciada como caso I, no texto, atacada com reagente de hipobromito durante cerca de 4 minutos: eutéctico fosforoso binário (esteadite): pontos claros de ferrite e parte escura de fosforeto de ferro. Ampl.: 500 x.

é formada pelo fosforeto e os pontos brancos, por vezes alongados — lembrando ossos de um esqueleto — são ferrite. Trata-se de um eutéctico binário que, geralmente, ocorre quando a velocidade de arrefecimento é fraca. Finalmente, as figuras 16 e 17 mostram a mesma secção atacada com picral e ácido crómico; na figura 16 vêem-se inclusões cuja natureza é confirmada pela figura 17: sulfureto de manganésio. Efectivamente, as inclusões deste sulfureto são atacadas pelo ácido crómico desde que a superfície tenha sido prèviamente atacada com nital ou picral.

No que se refere à dureza devemos esperar um valor elevado em virtude do teor em cementite que é um constituinte muito duro; o eutéctico fosforoso, também duro e frágil, contribuirá

para uma elevada dureza da peça. A construção de diagrama triangular de Portevin traçando as linhas de igual dureza e atendendo ao teor em

Fig. 16 — Caso I: gusa branca. Superfície atacada com picral: inclusões de sulfureto de manganésio. Ampl.: 500 x.

Fig. 17 — Secção da figura anterior atacada com ácido crómico a 10 %: as inclusões foram atacadas confirmando a hipótese de se tratar de sulfureto de manganésio. Ampl : 500 x.

carbono livre da amostra (0,13 %) permite-nos prever a dureza do provete. Como o ponto representativo da liga em estudo se encontra próximo da linha de dureza $H_B = 500$, concluimos que deve ser este o seu valor aproximado. Avaliada a dureza verificou-se que o seu valor era 507 ; notemos que as determinações de dure-

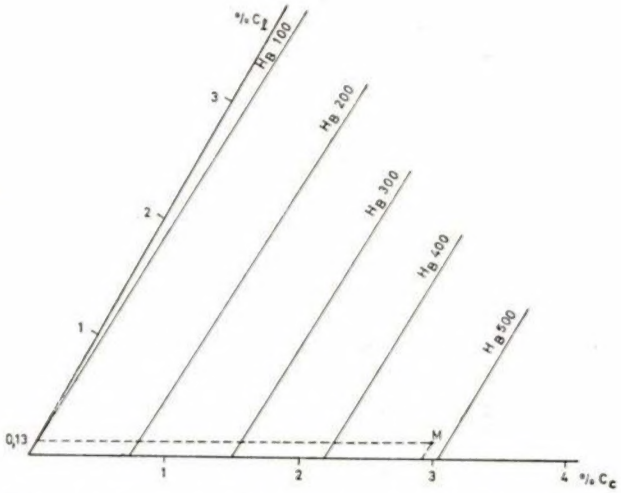


Fig. 18 — Diagrama triangular de Portevin. O ponto M (2,9; 0,13) representa a liga em estudo.

zas só são comparáveis quando se observam as mesmas condições de ensaio, razão porque aquela comparação tem apenas interesse como ordem de grandeza. A partir do mesmo diagrama é possível prever a resistência mecânica da peça; dada a exiguidade da amostra não foi possível preparar um provete que permitisse a realização do ensaio.

Concluindo: O exemplo referido mostrou claramente a interdependência da análise química e metalográfica e o modo de estabelecer a relação entre elas. A amostra apresenta um teor anormal em enxofre e a este facto atribuímos a fraca percentagem de grafite presente. A figura 19 foi obtida no estudo de uma amostra contendo 0,46 % de silício e 0,001 % de enxofre: apesar de conter cerca de três vezes menos silício (agente grafitizante) é observável a grafitização provocada por este elemento uma vez que a sua acção não foi, nesta amostra, neutralizada pelo enxofre. O teor em carbono é também superior (3,5 %) mas esse acréscimo não justifica completamente a quantidade de grafite que se observa.

Numa secção do provete estudado verificou-se a existência de uma estrutura dendrítica orientada (figura 10) e ausência de fósforo e inclusões não metálicas enquanto noutra secção se observou a presença de eutéctico fosforoso binário, inclu-

sões e ausência de disposição preferencial das dentrites de austenite; isto permite-nos concluir «a fortiori» uma heterogeneidade de arrefecimento do provete.

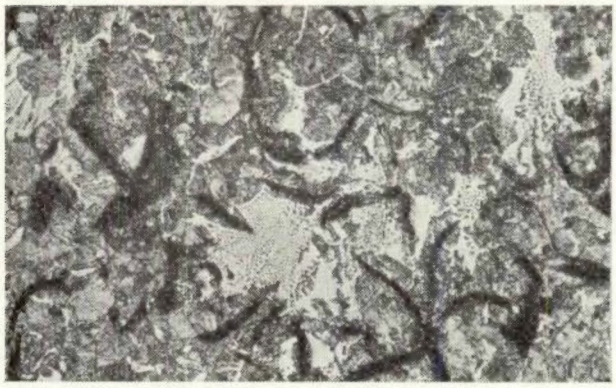


Fig. 19 — Gusa hematítica. Ct = 3,50 %; Si = 0,46 %; S = 0,001 %; Mn = 0,50 %; P = 0,09 %. Ataque com picral. Ampl.: 200 x.

Caso II. Esta amostra foi escolhida por mostrar o mecanismo de arrefecimento de uma liga de ferro-carbono-silício e dois tipos de grafite (B e D). A composição química elementar é a seguinte:

C_t = 3,18 %
Si = 3,34 %
S = 0,037 %
Mn = 1,05 %
P = 0,04 %

Esta composição mostra que o teor em enxofre é muito baixo enquanto o teor em silício é elevado; estas duas circunstâncias são extraordinàriamente favoráveis à formação de grafite. Estamos assim perante um caso oposto ao que apresentámos anteriormente. A figura 20 é muito curiosa porque põe em destaque dois mecanismos diferentes da formação de ligas de carbodo-ferro-silício: a formação de dentrites de austenite primária foi tolhida pela solidificação do eutéctico. As dentrites formaram-se e desenvolveram-se durante o arrefecimento entre o *liquidus* e o *solidus*, isto é, no intervalo de solidificação; quando a temperatura atingiu a zona trifásica líquida, austenite e grafite deu-se a solidificação do eutéctico a partir de vários núcleos que cresceram radialmente. Devido ao alto teor em silício aquele domínio é muito largo, como mostra o diagrama ternário da figura 21, e, portanto, os centros puderam desenvolver-se formando rosetas mais ou menos perfeitas: no caso em estudo, e como se pode verificar na fotografia, o centro de cristalização foi um núcleo de grafite que se formou na massa líquida (Kish); a partir deste núcleo os veios de grafite desenvolveram-se radialmente originando uma distribuição do tipo B. Por outro lado, durante a solidificação do eutéctico interdendrítico a mistura grafite e ferro foi obrigada a confinar-se ao espaço existente entre as dentrites: a grafite é aí do tipo D, isto é, segregada interdendrítica sem orientação preferencial. O baixo teor em enxofre contribuiu largamente para a formação deste tipo de grafite pois a sua acção, em quantidades normais, seria de molde a transformá-la no tipo A.

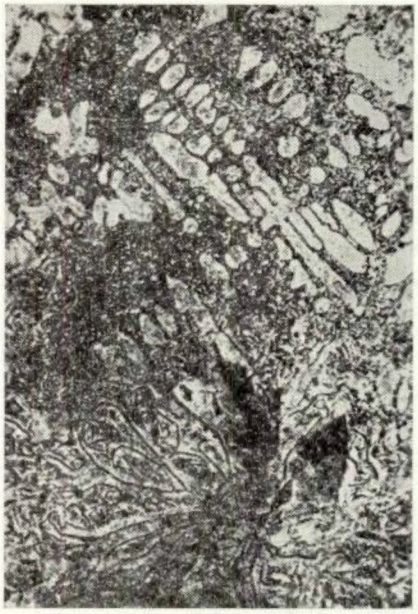


Fig. 20 — Gusa hematítica; composição indicada no texto (caso II). Superfície atacada com picral: roseta de grafite (tipo B), grãos de perlitex e grafite tipo D associada a ferrite Ampl.: 50 x.

Vejamos, mais detalhadamente, os dois tipos de grafite. A fotografia da figura 22, mostra um centro de cristalização em que se observa uma disposição radial dos veios de grafite. A figura 23 mostra a grafite do tipo D, formada devido a uma elevada velocidade de germinação; as dendrites de austenite estão perfeitamente delineadas pela grafite finamente dividida que preenche o espaço interdentrítico observando-se, em alguns

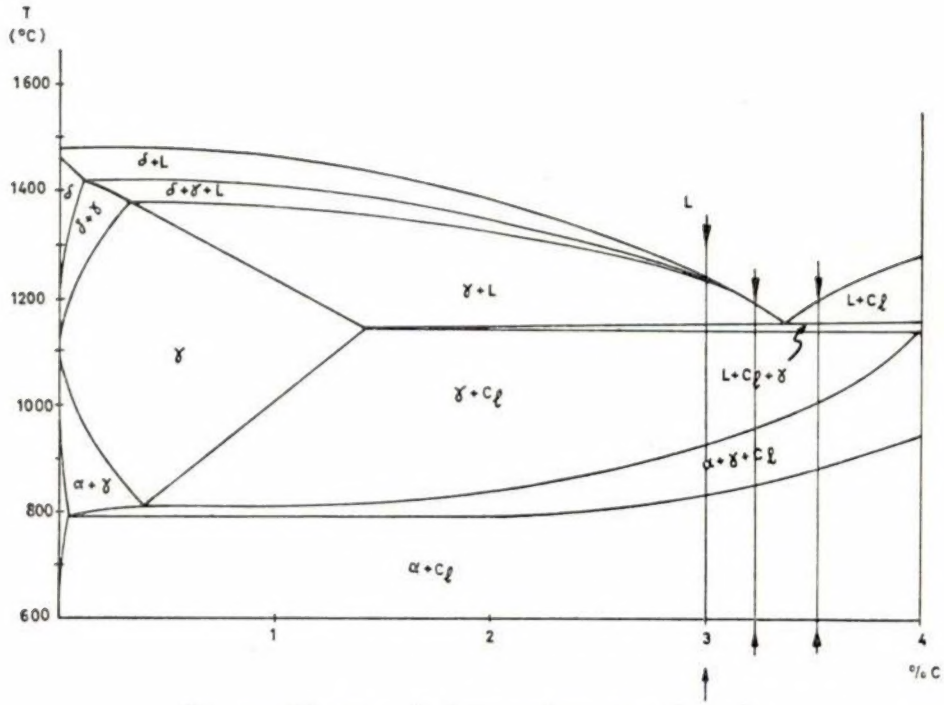


Fig. 21 — Diagrama de ferro-carbono para Si = 3 %.

pontos, a perlite resultante da modificação da austenite primária.

Uma maior ampliação da zona em que confinam a perlite — na dentrite — e a mistura de grafite e ferro permite ver (figura 24) as placas de ferrite e cementite da perlite mais unidas (parte mais escura) quando a estratificação é quase perpendicular à secção polida e mais afastadas (parte mais clara) quando a estratificação é quase paralela à secção polida. A observação da zona interdendrítica revela a existência de veios de grafite do tipo D, perlite e manchas claras de ferrite. A associação grafite-ferrite é usual quando a grafite é do tipo interdendrítico; o estudo do

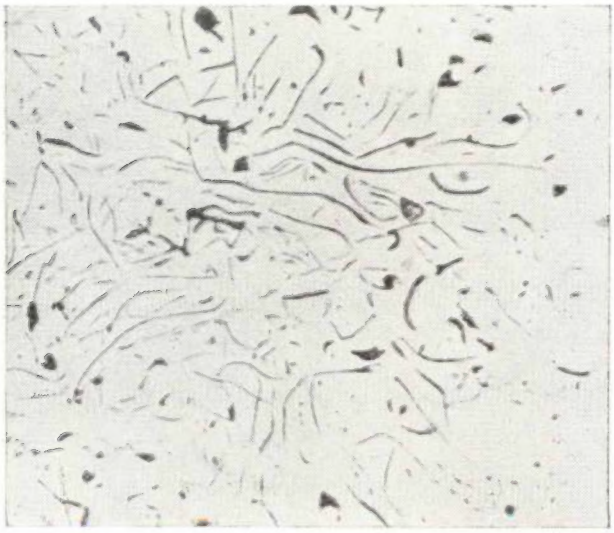


Fig. 22 — Gusa hematítica (caso II). Centro grafítico de tipo D. Superfície inatacada. Ampl.: 50 x.

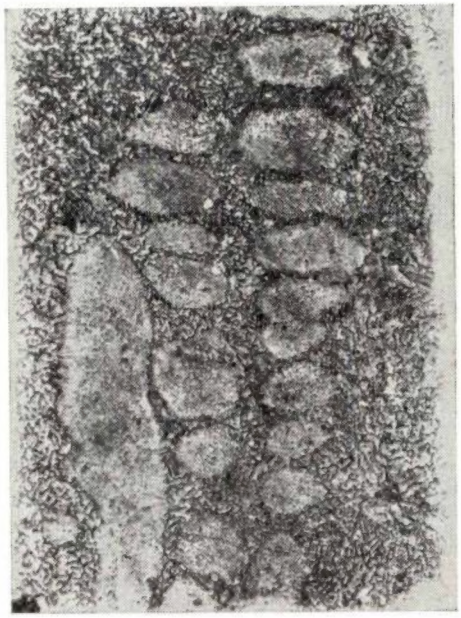


Fig. 23 — Gusa hematítica (caso II). Grãos de austenite primária transformada (perlite) envolvidos por grafite finamente dividida (tipo D) associada a ferrite (pormenor da figura 20). Ataque com picral. Ampl.: 200 x.

arrefecimento da liga justifica a elevada percentagem de ferrite. A figura 21 mostra o diagrama de equilíbrio carbono-ferro para um teor em silício igual a 3 %. As dendrites de austenite primária começaram a formar-se a cerca de 1250° C; o seu desenvolvimento foi detido, a cerca de 1170° C, com a solidificação do eutéctico que se realiza no domínio trifásico grafite, fase γ e líquido; durante esta solidificação formaram-se e desenvolveram-se os centros de cristalização no seio do eutéctico. Admitamos agora que a liga arrefecia de tal modo que para todas as temperaturas se verificavam as condições de equilíbrio. Ao penetrar no domínio trifásico fase γ, fase α e grafite, a austenite decom-

Fig. 24 — Pormenor da figura 20. Superfície atacada com picral. Perlite em placas de diferente orientação, grafite finamente dividida e porções de ferrite. Ampl. 500 x.

põe-se em ferrite e grafite eutectóide que se deposita sobre os veios já existentes. Abaixo do domínio trifásico a liga será formada de grafite e grãos de ferrite uma vez que toda a austenite se decompôs. O exame da figura 20 mostra a existência de perlite donde se pode concluir que na liga em estudo a austenite não se decompôs totalmente; a causa desta anomalia reside no facto de não se terem verificado as condições de equilíbrio. Geralmente, estas condições não se verificam e é usual observar-se ferrite ao longo dos veios de grafite sendo a matriz perlítica (figura 25). A quantidade de ferrite formada varia com a temperatura atingindo-se um máximo a cerca de 720° C.

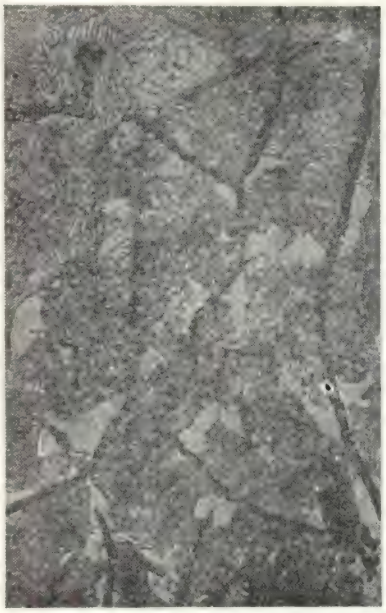


Fig. 25 — Gusa fosforosa. Composição elementar $C_t = 3{,}26\,\%$; $Si = 1{,}46\,\%$; $S = 0{,}20\,\%$; $Mn = 0{,}51\,\%$; $P = 0{,}88\,\%$. Superfície atacada com picral; matriz perlítica de veios de grafite associados a perlite; Ampl. 500 x.

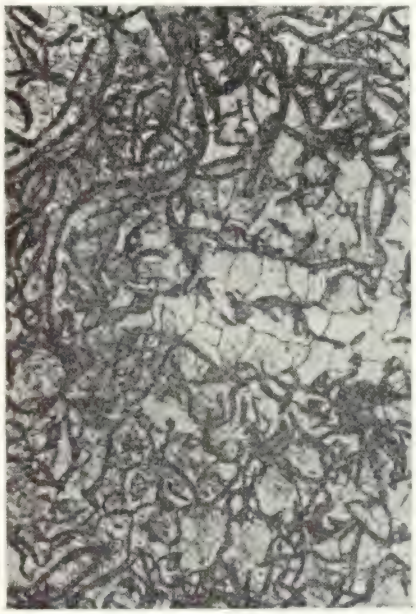


Fig. 26 — Gusa hemática (caso II) depois de aquecida a cerca de 750° C durante três horas para decompor a austenite. Superfície atacada com nital durante alguns minutos. Veios de grafite e grãos de ferrite. Ampl.: 100 x.

A fim de decompor toda a austenite, o provete foi aquecido a cerca de 750 °C durante três horas; a figura 26 mostra que a austenite se decompôs totalmente sendo observáveis os grãos de ferrite. Sob maior ampliação podem observar-se, na figura 27, os grãos de ferrite nìtidamente delineados; as manchas escuras são, naturalmente, veios de grafite.

Fig. 27 — Gusa hematítica (caso II) nas condições indicadas na figura 26. Pormenor mostrando, sob maior ampliação, os grãos de ferrite e veios de grafite. Ampl. 500 x.

Caso III. Para terceiro exemplo escolhemos uma gusa de elevado teor em fósforo. A composição elementar é a seguinte:

C_t = 3,56 %
Si = 2,80 %
S = 0,018 %
Mn = 0,75 %
P = 1,65 %

A partir desta composição notemos o seguinte:

— o carbono equivalente é igual a cerca de 5 % e, portanto, estamos perante uma liga hipereutéctica;

— o teor em silício revela-nos que a grafitização será apreciável.

Estudando o arrefecimento da liga no diagrama da figura 21, vê-se que irão aparecer, no líquido, centros de cristalização de grafite que crescerão radialmente enquanto a liga atravessar, durante o arrefecimento, o domínio L + C_1. A cerca de 1 150 °C entra-se no domínio trifásico L + fase γ. + C_1: o líquido solidificará com depósito de grafite e dendrites de austenite no espaço existente entre os centros de cristalização. A 1100° C a liga será apenas formada de grafite e austenite. A cerca de 1000° C inicia-se uma modificação no estado sólido que conduzirá ao aparecimento da ferrite; esta ferrite, como vimos, provém da cementite que se decompõe. À temperatura ambiente — se o arrefecimento for tão lento que a todo o momento se verifiquem as condições de equilíbrio — a liga é apenas formada de ferrite e grafite.

A figura 28 mostra, efectivamente, a existência de centros de cristalizacão de grafite e entre eles restos de dentrites de austenite transformada. Como se vê a velocidade de arrefecimento foi tal que a fase γ não se decompôs totalmente na

Fig. 28 — Gusa fosforosa (caso III). Superfície atacada com picral. Centros de cristalização de grafite envolvidos por ferrite, dendrites de austenite transformada e veios de grafite. Ampl.: 50 x.

fase α e carbono livre. O facto da ferrite presente no provete se distribuir em torno dos centros de cristalização mostra que a decomposição se inicia sempre junto da grafite já existente. Na parte superior da micrografia podem ver-se veios

de grafite ladeados de ferrite. A figura 29, mostra o local da solidificação da esteadite; como este componente foi o último a solidificar vamos encontrá-lo entre as dentrites de austenite transformada, uma vez que o último líquido existente ocupava o espaço interdendrítico.

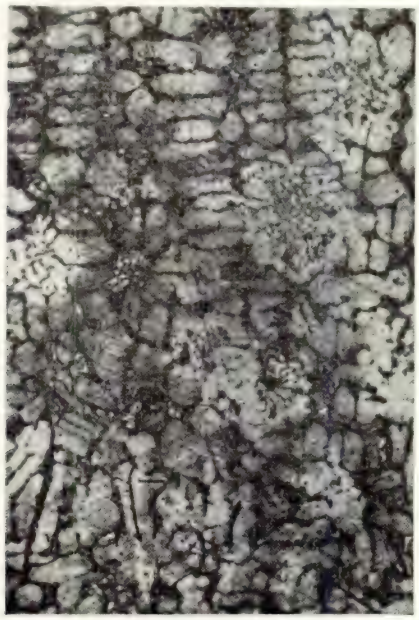


Fig. 29 — Gusa fosforosa (caso III). Superfície atacada com o reagente de Murakami. Além dos diferentes constituintes referidos na figura 28 vemos ainda a distribuição interdendrítica de eutéctico fosforoso revelado por aquele reagente. Ampl.: 100 x.

A figura 30 mostra, sob maior ampliação, o centro de cristalização com grafite finamente dividida sob fundo ferrítico, restos de grãos de perlite e esteadite. A observação cuidada da micrografia permite imaginar a decomposição da austenite a partir dos centros de cristalização; efectivamente, a esteadite está a ficar isolada num meio ferrítico.

A figura 31 mostra, que no momento em que a liga, durante o seu arrefecimento, penetra no domínio trifásico existiam «grãos» e que foi entre eles que solidificaram as dendrites de austenite e, finalmente, o eutéctico fosforoso. Note-se a linha de demarcação nítida entre duas fases: ferrite e esteadite; no canto superior direito observa-se uma porção de esteadite entre dois centros de cristalização.

Como se vê pelo diagrama da figura 20 embora a liga seja hipereutéctica encontra-se muito próximo de uma liga eutéctica. Baixando o teor em carbono poderíamos obter uma liga hipoeutéctica e, portanto, com características muito diferentes das que vimos.

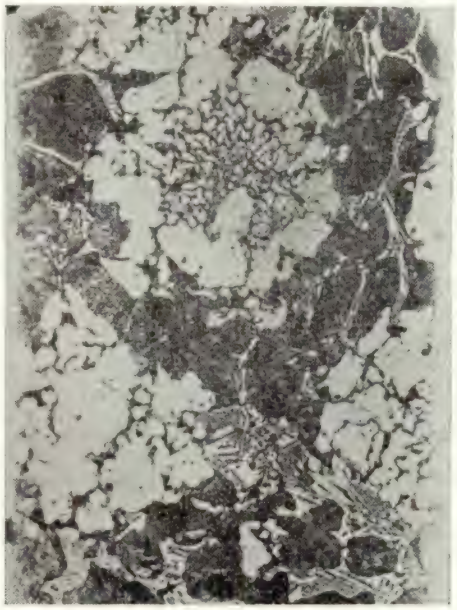


Fig. 30 — Gusa fosforosa (caso III). Pormenor da figura 28. Centros de cristalização de grafite finamente dividida envolvida por ferrite, dendrites de austenite transformada parcialmente decompostas e eutéctico fosforoso. Ampl.: 200 x.

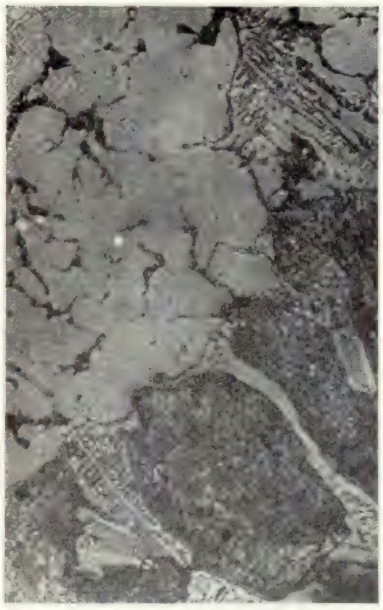


Fig. 31 — Gusa fosforosa (caso III). Pormenor da figura 30. Constituintes referidos na legenda da figura anterior; note-se a linha de separação entre a ferrite e o eutéctico fosforoso. Ampl.: 500 x.

Procedeu-se então a nova fusão; a análise elementar acusou os seguintes teores:

C_t = 3,20 %
Si = 2,75 %
S = 0,026 %
Mn = 0,72 %
P = 1,61 %

Se atendermos à reprodutibilidade dos métodos analíticos usados vemos que apenas o teor em carbono sofreu alteração apreciável. A figura 32 mostra que, efectivamente, a liga se tornou hipoeutéctica (dendrites de austenite primária); no domínio trifásico formaram-se centros de cristalização agora menos evidenciados. A velocidade de arrefecimento foi tal que permitiu que a austenite se decompusesse em menos quantidade que no caso anterior. Mas o argumento mais decisivo é a existência de esteadite misturada com grafite eutéctica. A figura 33 mostra, sob maior ampliação, um aspecto da liga: dendrites de austenite primária, grafite finamente dividida e esteadite. No que se refere à quantidade de austenite decomposta podem fazer-se as seguintes observações: no provete anterior (caso III) a amplitude de temperaturas em que a liga se encontra no domínio trifásico fase γ, grafite e fase α é maior que no caso do último provete; sendo assim, a liga dispôs dum intervalo maior para se dar a decomposição da fase γ. Outra diferença entre as duas ligas está na temperatura de vazamento: enquanto no primeiro provete esta operação se deu a cerca de 1600° C, na segunda foi de 1300° C; isto explica o fraco desenvolvimento das dendrites na micrografia da figura 32.

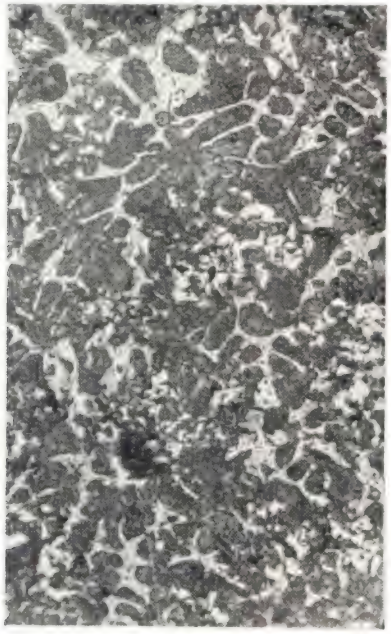


Figura 32 — Gusa fosforosa. Superfície atacada com picral: dendrites de austenite primária, pequenos centros de grafite finamente dividida e eutéctico fosforoso. Ampl.: 50 x.

Fig. 33 — Gusa fosforosa. Pormenor da figura 32. Ampl: 100 x.

APÊNDICE

Reagentes mais usuais no ataque metalográfico

A. Uso geral

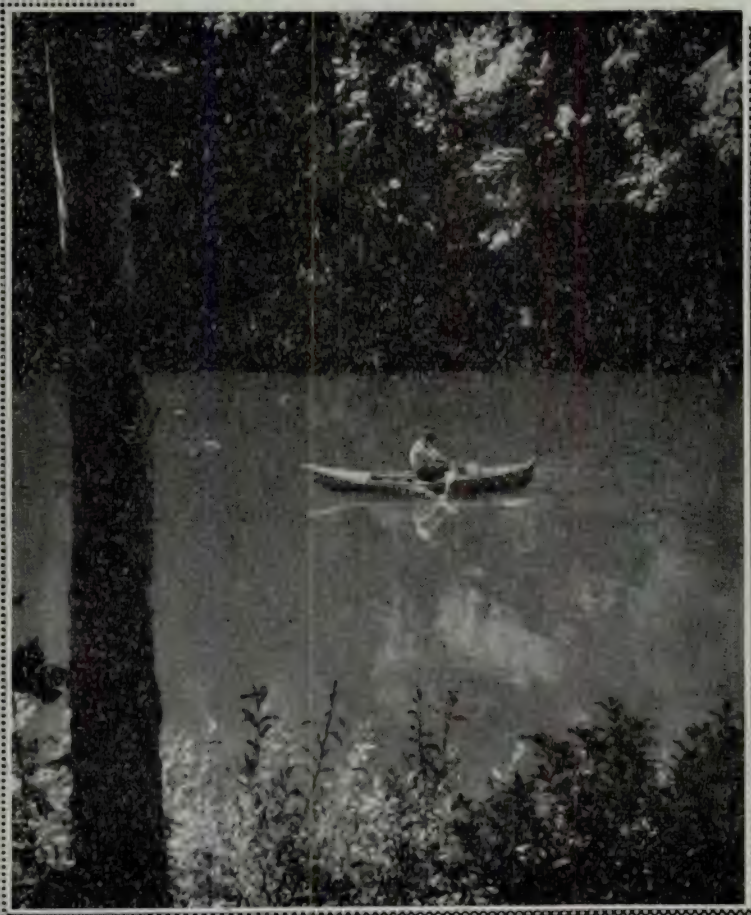
1. Picral: dissolver 4 g de ácido pícrico em 100 cm^3 de álcool etílico;

2. Nital: diluir 1 - 5 cm^3 de ácido nítrico em 100 cm^3 de álcool etílico ou metílico não absoluto;

3. Iodo: dissolver 10 g de iodo sublimado e 20 g de iodeto de potássio em 100 cm^3 de água;

4. Calor cromogéneo: após o polimento final o provete é limpo com tetracloreto de carbono, imerso, durante alguns segundos, numa solução de amónia e atacado com nital a 2 %; o emprego da amónia destina-se a evitar que o ácido nítrico seja absorvido pela grafite e expulso quando o provete for aquecido e o nital tem por objectivo

CONHEÇA O MELHOR



tanto nas belezas naturais do nosso país, como nos produtos que lhe garantem feliz viagem.

lubrificantes

Sonap

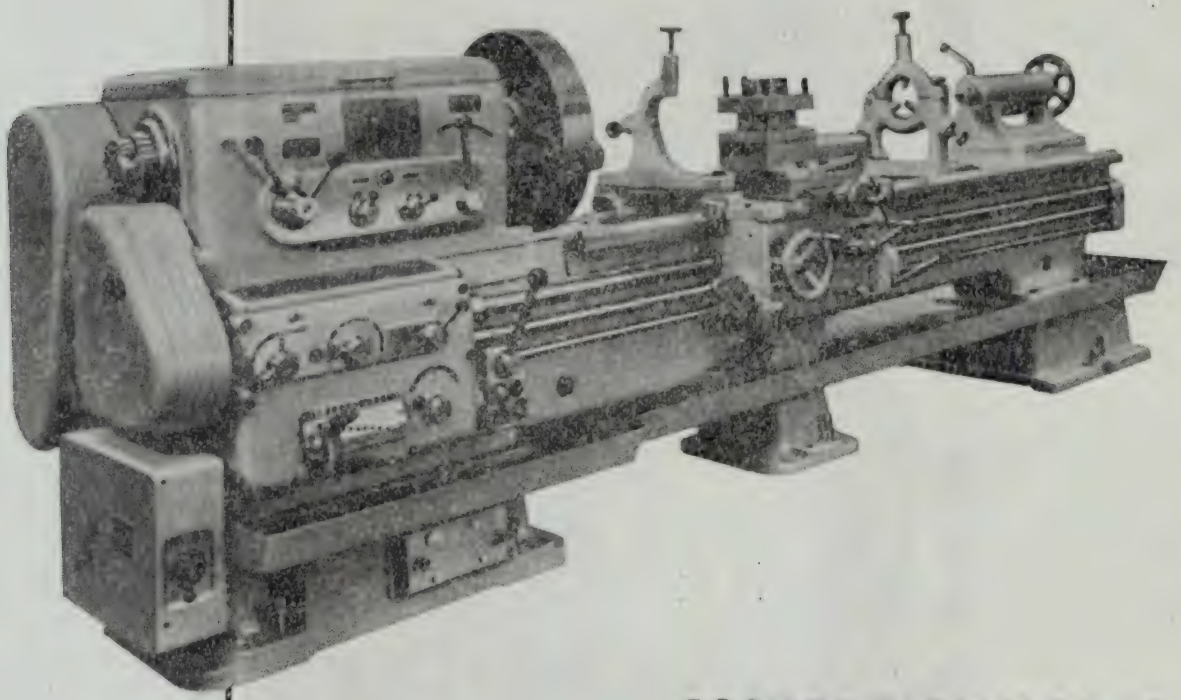
SOCIEDADE NACIONAL DE PETRÓLEOS
S.A.R.L.

61-194

SOCIEDADE COMERCIAL ROMAR

EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS

»TECHNOIMPEX«
BUDAPEST



TORNOS PARALELOS DE
1000, 2000 E 3000 m/m
DE DISTÂNCIA ENTRE PONTOS

HAVAS-L

MÁQUINAS — FERRAMENTAS
PARA ENTREGA IMEDIATA
NOS NOSSOS ARMAZÉNS

SOCIEDADE COMERCIAL ROMAR, LDA.

LISBOA—PORTO—LUANDA—L. MARQUES

destruir a camada cristalina-amorfa deixada pelo polimento mecânico. Este tratamento prévio das gusas pode ser dispensado em alguns casos. O provete é então aquecido, ao ar, a cerca de 400° C.

B. Método de Baumann para revelar o enxofre.

Preparar uma solução aquosa 1 – 5 % de ácido sulfúrico e mergulhar nesta solução uma folha de papel fotográfico de brometo de prata (papel de contacto), sem brilho, durante 1 minuto; colocá-la, depois de escorrida, sobre uma chapa de vidro; a superfície do provete é então posta em contacto, durante 3 – 5 minutos, com o papel fotográfico evitando quaisquer deslocamentos da peça ou bolhas de ar na interface. O papel é depois tratado no fixador e lavado segundo as técnicas de revelação fotográfica.

C. Revelação da cementite.

Solução de picrato de sódio: dissolver 2 g de ácido pícrico e 25 g de hidróxido de sódio em 100 cm^3 de água quente.

Utilização: mergulhar a peça no reagente e ferver durante 10 minutos.

D. Revelação do eutéctico fosforoso.

O reagente de hipobromito é uma mistura, em quantidades iguais, das duas soluções a seguir indicadas:

Solução A:	brometo de potásssio	15 g
	bromo	15 g
	água	30 cm^3
Solução B:	hidróxido de sódio	20 g
	água	50 cm^3

No momento de utilização misturar as duas soluções e levar então ao contacto da superfície metálica; após 5 minutos lava-se a superfície com água amoniacal.

Os provetes foram preparados para observação metalográfica pelo Sr. António Marques Alves, nos laboratórios da Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos.

Federação Internacional de Documentação

A Federação Internacional de Documentação (FID), 7 Hofweg, The Hague, Netherlands, prepara, com a colaboração financeira da National Science Foundation em Washington D. C., um inventário exaustivo de Serviços de Análises bibliográficas, abrangendo a Ciência, a Tecnologia e as Ciências sociais.

O estudo levará provàvelmente dois anos. Os dados são coligidos por meio de um questionário que será distribuído no princípio de Fevereiro de 1962. Além do questionário geral acerca da natureza e objectivo de cada serviço de análises bibliográficas, o questionário tem por fim obter informações pormenorizadas, por exemplo, sobre o número de periódicos consultados durante um ano, a existência de serviços de reprodução, e em quanto tempo as traduções dos originais podem ser fornecidas.

Para complemento deste projecto, a FID planeia estabelecer um Centro de Informação internacional e o seu primeiro objectivo é dar informações suplementares sobre os elementos coligidos e revelados pelo referido inquérito.

A FID aceitará bem a cooperação e a ajuda de todos os organismos interessados, para os quais o inventário projectado constituirá um guia extremamente vantajoso e indispensável, para o devido aproveitamento da literatura publicada em todo o mundo relativa às ciências puras e aplicadas, tecnologia, medicina, agricultura, ciências sociais, etc.

Documentação Moderna e Métodos de Informação

Uma das principais tarefas da Federação Internacional de Documentação é a difusão do conhecimento dos mais eficientes métodos de organização de centros de documentação e de informação científica.

Embora a literatura sobre as diversas facetas da documentação e da informação científica seja fàcilmente acessível em várias línguas, não existia um manual básico e actualizado. Um tal instrumento é da maior importância para aqueles que pretendem organizar serviços deste género, mas para centros muito mais avançados será muito útil este manual que é muito bem ilustrado e tem abundantes referências sobre literatura mais especializada.

O manual pode também servir como livro de texto base, para cursos de treino no campo da documentação e da informação científica. Trata de todos os aspectos da organização dum centro, tais como, forma de organização (orgânica) estudo do que é necessário para a informação, tipos de publicações, serviços de análises bibliográficas, indexação, catalogação, classicação, mecanização da documentação, métodos de reprodução, problemas de terminologia, formação de pessoal, cooperação internacional.

O manual «Modern documentation and information practices» editado pelo Dr. O. Frank, com a colaboração de vários peritos de diversos países, foi publicado pela Federação Internacional de Documentação com assistência da UNESCO.

Título: Modern documentation and information practices
Editor: Federação Internacional de Documentação 7 Hofweg, The Hague. Holanda
Data: 1961 (FID publ. 334)
Páginas: X + 225, 60 figuras, mais de 200 rubricas
Preço: 17,50 florins holandeses

* * *

(*Nota*: Quaisquer outros esclarecimentos poderão ser prestados pelo Centro de Documentação Científica Ultramarina. Rua da Junqueira, 86, Lisboa — Telefone 63 79 99).

F. N. P. T. — SILO PORTUÁRIO DE LISBOA

42.000.000 kg

Aspecto geral das instalações do Silo, que compreendem:

1) Bateria de 39 células cilíndricas de diâmetro $\phi i = 6{,}5$ m, executadas pelo sistema de moldes deslizantes «PROMETO»;
2) Torre das Máquinas, com 59,8 m de altura total;
3) Edifício anexo com 3171,8 m² de pavimentos.

PROJECTO E CONSTRUÇÃO
DE

Construções Técnicas, Lda

SEDE: PRAÇA DO MUNICÍPIO, 13-3.º — LISBOA

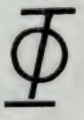
TELEFS. 36 65 06 (4 LINHAS)

AÇO TOR

O AÇO DE ALTA RESISTÊNCIA
PARA BETÃO ARMADO COM
MAIOR VENDA NO MUNDO

TENSÃO DE SEGURANÇA 2 400 Kg/cm²
SEM GANCHOS

Especifique
AÇO TOR
com o símbolo



SOABAL – SOCIEDADE DE AÇOS PARA BETÃO ARMADO, LDA.
RUA JOAQUIM BONIFÁCIO, 2, 1.º — TELEF. 4 05 66 — LISBOA

C. D. U. 622.143 :
622.24.051.72

O emprego das brocas de coroa diamantada nas sondagens da Junta de Energia Nuclear

POR DIAMANTINO LUCAS AMARO
Eng.º Adjunto da J. E. N.

Condições económicas de perfuração

Nas sondagens que a Junta de Energia Nuclear está a executar nos jazigos que prospecta, empregam-se brocas de coroa diamantada, de diamante em pedra ou de impregnação.

É a natureza da rocha a perfurar que determina a escolha do tipo de broca, sendo o seu diâmetro condicionado pelas exigências do programa de perfuração.

A broca, quando judiciosamente escolhida e aplicada com critério, contribui para a redução do preço de perfuração do metro de sondagem, o que é de considerar, visto que o custo da broca entra em cerca de 50 % naquele valor.

As condições económicas de perfuração obtêm-se escolhendo, para cada tipo de rocha, o tipo de broca, a velocidade de rotação e a pressão de perfuração mais convenientes.

Para determinadas condições de perfuração, é necessário saber escolher a broca que melhor se adapte às condições do terreno (rocha dura, alterada, com maior ou menor abrasividade, compacta ou fendilhada, etc.), fazendo variar em conformidade a velocidade de rotação e pressão de perfuração. Deste modo, tem igualmente bastante importância a habilidade do sondador e o seu interesse pelo trabalho.

No que se segue, considera-se ùnicamente o caso de sondagens de reconhecimento geológico para as quais se tem em vista a obtenção do testemunho.

Tipo de broca

Uma broca compõe-se essencialmente de:

Corpo de broca — constituído por um cilindro de aço macio.

Cimento ou matriz — massa em que estão distribuídos os diamantes. É constituído por uma liga de carboneto de tungsténio, com cobalto e outros metais, variando a sua composição conforme o fabricante.

Diamantes — que variam em diâmetro e quantidade.

O tipo de broca é caracterizado pela natureza do cimento, quantidade e tamanho dos diamantes.

A natureza do cimento, em especial a sua dureza e resistência ao desgaste, tem grande importância e a sua escolha deve ser condicionada pela dureza da rocha e abrasividade dos produtos resultantes da perfuração.

De um modo geral, pode dizer-se que o cimento será tanto mais brando quanto mais dura for a rocha. A fraca dureza do cimento contribui para que os diamantes estejam sempre descarnados e em condições favoráveis de corte; pelo contrário, em rochas brandas ou muito alteradas o cimento tem que ser duro, para poder resistir ao desgaste causado pelos produtos de perfuração.

O tamanho e quantidade de diamantes existentes na broca são função da dureza da rocha: quanto mais dura for esta, mais pequenos deverão ser os diamantes. Em geral, a quantidade de diamantes é menor nas brocas de diamante em pedra, onde os diamantes são de maior diâmetro.

A quantidade de diamantes existentes na broca exprime-se em quilates (0, 2g), sendo o tamanho médio dos diamantes indicado pelo número de pedras por quilate.

Em geral, a quantidade dos diamantes é maior nas brocas impregnadas, onde os diamantes são mais pequenos.

Todas as brocas de diamantes são susceptíveis de recuperação, a qual consiste no aproveitamento dos diamantes das brocas que já não estão em boas condições de trabalho, utilizando-os para fabricar outras brocas.

O consumo dos diamantes de uma broca está compreendido entre certos limites; sempre que esse consumo tenha tendência a ultrapassar esses limites, a broca deve ser enviada para a recuperação.

As brocas de coroa diamantada dividem-se em dois tipos:

— Brocas de diamante em pedra (Fig. 8).
— Brocas impregnadas (Fig. 9).

A diferença principal destes dois tipos de broca reside no facto dos diamantes das brocas do primeiro tipo serem maiores e de melhor qualidade. A utilização de brocas de diamante em pedra é mais restrita porque estas são mais susceptíveis às variações da natureza da rocha. As brocas impregnadas são de uso mais geral, motivo porque os sondadores as preferem. Dão, porém, preços de custo mais altos.

As brocas que se utilizam nas sondagens da Junta de Energia Nnclear são dos seguintes tipos:

Brocas de diamante em pedra	Brocas com 10 a 30 pedras por quilate — tipo A
	Brocas com 20 pedras por quilate — tipo B
Brocas impregnadas	Brocas com matriz extremamente dura — tipo C
	Brocas com gama extensa, tanto na composição do cimento como na quantidade dos diamantes—tipo D

Brocas de diamante em pedra

a) Brocas do tipo A

Os Serviços utilizam as brocas com diamantes de 10 a 30 pedras por quilate. Os diamantes são de boa qualidade, dando as brocas boas recuperações, da ordem dos 50 a 60 %.

As brocas têm, em média, os seguintes quilates (qt):

ø 46 mm — 8,0 qt
ø 56 mm — 10,0 qt
ø 66 mm — 13,5 qt
ø 76 mm — 15,5 qt

Os canais de água apresentam um reforço de carboneto de tungsténio a fim de proteger o cimento do desgaste pela circulação dos detritos, o qual provocaria a perda dos diamantes.

Este reforço é bastante eficaz.

O cimento das brocas utilizadas é todo da mesma dureza.

Nas rochas alteradas, o campo de utilização destas brocas encontra se limitado, pois com a abrasividade dos detritos, os diamantes são ràpidamente descarnados e a broca tem que ser retirada do serviço.

b) Brocas do tipo B

As brocas utilizadas são fabricadas com diamantes de, em média, 20 pedras por quilate. O diamante que não é de primeira qualidade tem tendência a fracturar-se com relativa facilidade, o que se traduz numa recuperação menor, da ordem dos 40 % a 50 %. O facto dos diamantes se partirem traduz-se num melhor avanço, em virtude do efeito de corte ser melhorado.

As brocas têm, em média, os seguintes quilates (qt):

ø 46 mm — 11,0 qt
ø 56 mm — 13,0 qt
ø 66 mm — 15.0 qt
ø 76 mm — 17,0 qt

e possuem igualmente uma protecção de carboneto de tungsténio nos canais de água. Esta protecção de carboneto de tungsténio compõe-se exteriormente de duas partes, não situadas no mesmo plano, o que a torna pouco eficaz, como se pode ver na Fig. 1.

Brocas impregnadas

a) Brocas do tipo C

Este tipo de broca é fabricado com cimento bastante duro, com diamantes de cerca de 200 pedras por quilate, tendo, em média, as seguintes quantidades:

ø 46 mm — 15,0 qt
ø 56 mm — 19,0 qt
ø 66 mm — 24,0 qt
ø 76 mm — 28,0 qt

Estas brocas só têm sido utilizadas em rocha granítica extremamente alterada, com veios quartzosos, sendo as ùnicas capazes de atravessar essas formações.

Para a utilização a que se tem destinado a broca deste tipo, o seu corpo desgasta-se com facilidade; com o uso toma a forma curva evidenciada na Fig. 2.

Deve haver cuidado com a utilização desta broca, pois o cimento é bastante frágil, abrindo fendas com facilidade.

b) Brocas do tipo D

Estas brocas têm um campo de aplicação muito vasto, em virtude da variabilidade do tipo de cimento, e quantidade e dimensão dos diamantes.

Daqui a necessidade de uma nomenclatura.

Esta nomenclatura é constituída por dois grupos de letras ou algarismos:

1.º grupo — caracteriza o modelo da broca.
2.º grupo — caracteriza a qualidade do cimento ou matriz.

As brocas que utilizamos são todas do modelo «Craelius» para barrena dupla, o que se exprime pelas letras C T.

Para o segundo grupo que indica a qualidade do cimento ou matriz, temos várias letras.

A 1.ª letra especifica o volume de cimento impregnado (superfície activa e altura diamantada).

A 2.ª letra especifica a concentração de diamantes.

A 3.ª letra especifica o cimento.

As três letras estão afectadas de um índice que representa a granulometria.

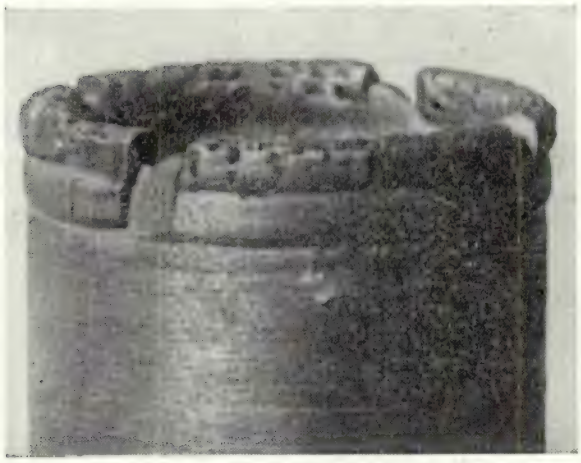
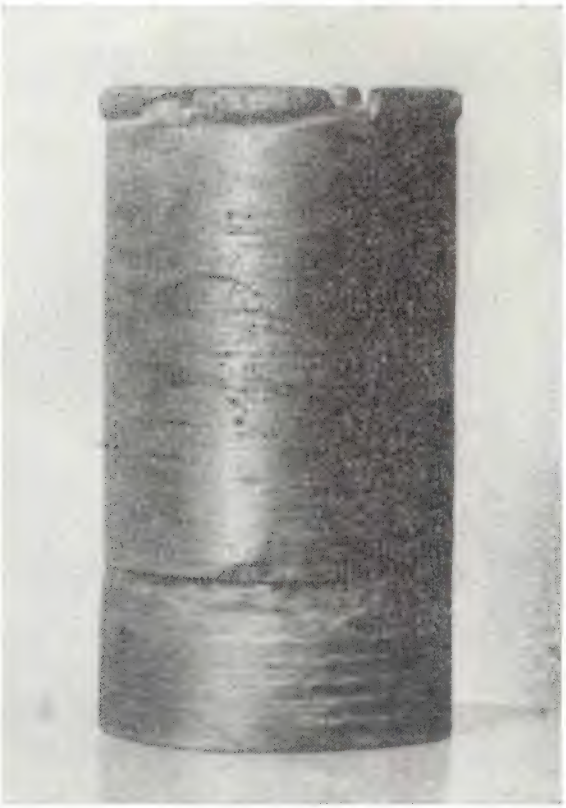


Fig. 1 — Protecção de carboneto de tungsténio no canal de passagem de água.
Apresenta o defeito da face interior não estar num mesmo plano. Na fig. da direita o carboneto de tungsténio partiu.

Os elementos e índices utilizados são os seguintes:

Superfície activa	grande	reforçada — S normal — H superficial — O
	pequena	reforçada — P normal — C superficial — B
Com concentração		muito forte — R forte — V média — C fraca — Q
Cimento		normal — L duro — N superficial — U extra duro — E
Granulometria		grossa — 102 ou 002-60 pedras/quilate standard —123 ou 023 100 » » média — 103 ou 003-100 » » fina — 144 ou 044-550 » »

Fig. 2 — Com o uso, a broca impregnada E_8HJ tem tendência a apresentar esta forma curva atribuída à pouca resistência ao desgaste do corpo da broca.



Têm sido utilizadas as seguintes brocas tipo D:

i) Broca com superfície activa de 50 %, normal e concentração média com cimento normal. A granulometria é standard, de 100 pedras por quilate.

A quantidade de diamantes por broca é a seguinte:

ø 46 mm — 12,0 qt
ø 56 mm — 15,2 qt
ø 66 mm — 18,3 qt
ø 76 mm — 21,3 qt

Inicialmente estas brocas deram resultados julgados satisfatórios, mas posteriormente verificou-se que a metragem perfurada por broca era reduzida, motivo porque se abandonou a sua utilização.

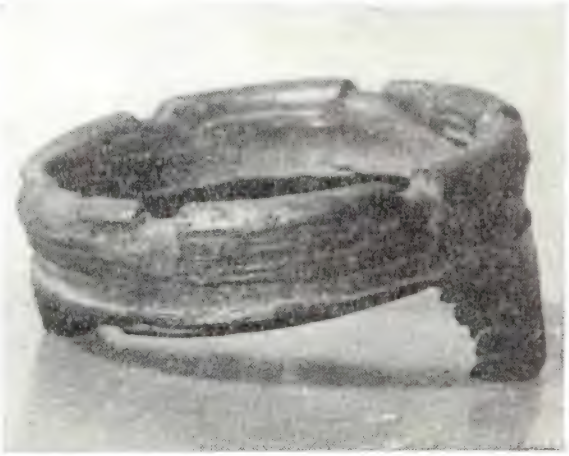
ii) Brocas de superfície activa de 75 %, normal, concentração média a fraca, com cimento variando de normal a duro, ou especial, conforme os casos.

A granulometria empregada varia de standard a média, respectivamente de 100 a 200 pedras por quilate, conforme a sua utilização em rochas brandas ou duras.

A quantidade de diamantes por broca é a seguinte:

ø 46 mm — 18,2 a 14,6 qt
ø 56 mm — 24,0 a 19,2 qt
ø 66 mm — 27,3 a 21,9 qt
ø 76 mm — 32,6 a 26,0 qt

O corpo de todas as brocas do tipo D desgasta-se com relativa facilidade, obrigando à reti-



Figs. 3 e 4 — O corpo deste tipo de broca desgasta-se com facilidade, obrigando a retirar do serviço a broca e ainda em condições de perfurar. A broca da fig. 4 foi «pescada» na sondagem por se ter partido.

rada da broca do serviço com a parte diamantada ainda em boas condições de utilização, conforme pode ser observado nas Figs. 3 e 4. Esta última teve que ser «pescada» da sondagem.

Além das brocas acima descritas, foram utilizadas outras com pastilhas de carboneto de tungsténio impregnado de diamantes de concreção superficial, com granulometria média ou mista.

Estas brocas têm o inconveniente de destruirem o testemunho, não podendo por isso ser empregadas nas estruturas mineralizadas. São utilizáveis em terrenos alterados, os quais tendem a destruir os canais de água, donde pode resultar a perda das pastilhas (Fig. 5).

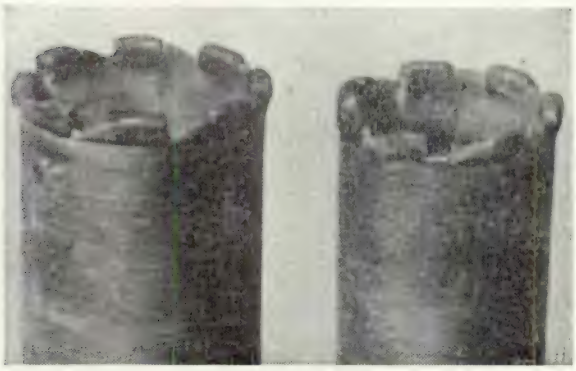


Fig. 5 — As brocas deste tipo perdem com facilidade as pastilhas diamantadas por desgaste das paredes do corpo da broca.

Escolha do tipo de broca

O sucesso económico de um programa de sondagens depende dos seguintes factores:

a) Boa organização

Esta permite prestar em momento oportuno a assistência técnica e de materiais.

b) Bom pessoal sondador

A sua aptidão para a boa escolha e correcta utilização da broca é fundamental.

A broca quando judiciosamente empregada apresentará boa metragem e boa recuperação, permitindo assim um preço por metro aceitável.

A escolha da broca que melhores resultados possa conseguir requere bastante prática, exigindo que o sondador esteja ciente do tipo de rocha a perfurar.

O desgaste da broca e, portanto, o número de quilates gastos por metro de sondagem, está relacionado com os seguintes factores:

i) — Tipo de broca

— Dimensões dos diamantes, sua distribuição e qualidade.

— Natureza do cimento que regule a exposição dos diamantes durante a perfuração, isto é, que melhor se adapte à maior ou menor abrasividade dos detritos.

ii) — Natureza das formações a atravessar

— Dureza, que pode variar entre limites muito largos de modo a não ser possível uma broca de utilização universal.

— Intercalação de leitos duros com leitos brandos.

— Granulometria dos detritos de perfuração.

iii) — Inclinação da sondagem

iv) — Material de injecção — água límpida ou suja, lamas, etc.

v) — Critério do sondador

— Escolha judiciosa do tipo de broca, da velocidade de rotação e da pressão.

— Ter em conta os cuidados necessários para a boa utilização, principalmente:

Quando a broca for nova, descida cuidadosa do material e rotação lenta inicial, pois o diâmetro da sondagem pode ser inferior ao diâmetro da broca, o que originará partirem-se os diamantes.

Estabelecer a circulação da água de injecção com o material suspenso, a fim de evitar que a broca inicie a rotação sobre detritos da perfuração anterior.

Assegurar-se antes de iniciar a rotação, que a sondagem esteja isenta de fragmentos de testemunho ou de quaisquer partículas metálicas as quais devem destruir-se a trépano.

Evitar que os diamantes sejam prejudicados pelo uso pouco cuidadoso das ferramentas.

Retirar a broca sempre que os diamantes estejam polidos.

Não prolongar a utilização da broca além do limite razoável, mandando-a para recuperação em tempo oportuno.

A consideração destes vários factores contribuirá para uma melhor velocidade de corte (avanço), melhor aproveitamento dos diamantes e, consequentemente, menor preço por metro de perfuração.

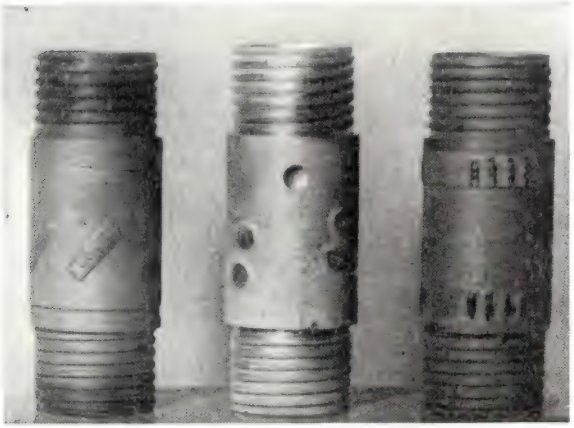


Fig. 6 — Tipos de guias utilizados.

* * *

Tendo em mente as regras acima enunciadas, indicam-se as brocas que utilizamos para atravessar os seguintes tipos de formações comummente encontradas no reconhecimento dos jazigos da Junta de Energia Nuclear.

1) — Em rochas muito alteradas:

— Brocas com prismas de carboneto de tungsténio, tipo Craelius (Fig. 7).

— Brocas com pastilhas de carboneto de tungsténio com diamantes (Fig. 7).

Qualquer destas brocas, principalmente as de prismas, têm o inconveniente de dar reduzida percentagem de testemunhos.

— Brocas impregnadas, tipo C e tipo D, especialmente indicadas para rochas muito alteradas com intercalações muito duras.

2) — Em rochas alteradas ou brandas:

— Brocas de diamante em pedra, desde que a rocha não seja demasiadamente abrasiva.

— Brocas impregnadas — a natureza do cimento varia conforme a abrasividade da rocha.

3) — Em rochas duras:

Brocas de diamante em pedra. Para as brocas deste tipo serem utilizáveis, é preciso que o cimento se desgaste de modo a manter as arestas de corte dos diamantes em boas condições.

— Brocas impregnadas de cimento brando.

4) — Em rochas muito duras:

— Brocas impregnadas, dando melhores resultados as brocas do tipo D.

5) — Em rochas muito duras fragmentadas: — Brocas impregnadas.

6) — Em rochas com alternâncias muito duras e brandas:

— Brocas impregnadas.

Resumindo:

As brocas impregnadas têm utilização em qualquer tipo de rocha. Como dão percentagem de recuperação inferior às brocas de diamante em pedra, dão preços de custo mais elevados, motivo porque é de aconselhar a utilização de brocas de diamante em pedra sempre que possível. As brocas de diamante em pedra dão muito bons resultados em rochas homogéneas, brandas ou pouco duras.

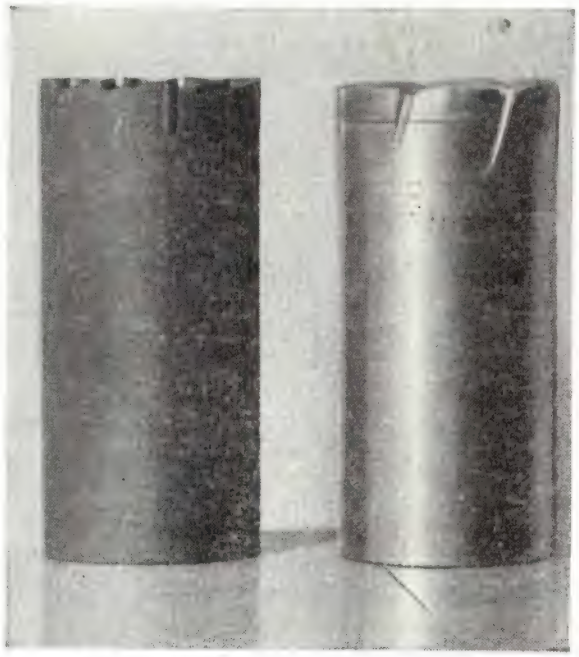


Fig. 7 — Brocas com prismas e pastilhas de carboneto de tungsténio.

Velocidade de rotação

A velocidade de penetração aumenta com a velocidade de rotação. Esta, porém, está condicionada por vários factores dos quais são mais importantes:

a — Dureza da rocha

A velocidade de rotação será maior para uma rocha de dureza média, diminuindo a velocidade quando a rocha for muito dura (perigo de polimento dos diamantes) ou muito branda (necessidade de eliminação dos detritos da perfuração).

b — Vibrações do material e seu desgaste

Aumentam com a velocidade e profundidade.

c — Amostragem, que diminui com a velocidade, fenómeno tanto mais sensível quanto mais branda for a rocha e menor for o diâmetro da broca.

d — Profundidade de sondagem

e — Consumo dos diamantes

O consumo dos diamantes é menor se a velocidade de rotação se aproximar das 700 rotações por minuto, conservando-se aproximadamente constante entre 700 e 2000 r/min.

Em geral a velocidade de rotação não deve exceder 1200 a 1500 rotações por minuto para os pequenos diâmetros. Normalmente está compreendida entre 850 a 1000 rotações. Nos Serviços da Junta de Energia Nuclear empregam-se os seguintes valores:

i) — Brocas de diamantes em pedra: velocidade ideal, 600 r/min. A velocidade diminui com a dureza da rocha, a fim de se evitar o polimento dos diamantes.

ii) — Brocas impregnadas:

—Tipo D — 750 a 1300 r/min. para os diâmetros de 46 e 56 mm

—Tipo C — 300 a 900 r/min. para os diâmetros de 66 a 86 mm

— Outros tipos:

500 a 625 r/min. para os diâmetros 46 e 56 mm
325 a 425 » » » » 56 e 66 mm

Pressão de perfuração

A pressão de perfuração é necessária para obrigar a broca a avançar. Está condicionada dentro de certos limites: se a pressão não for suficiente, a broca não avança e os diamantes

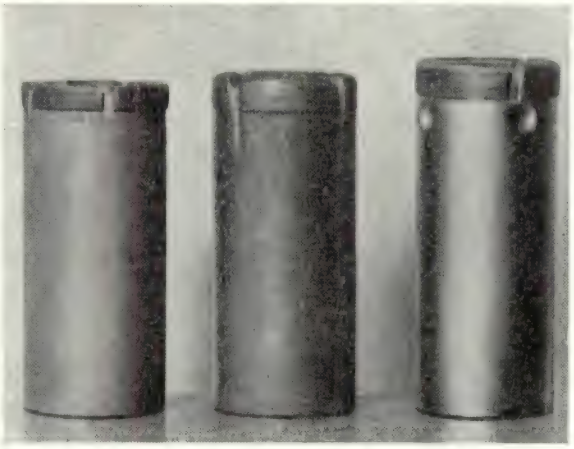


Fig. 8 — Brocas de diamante em pedra.

Fig. 9 — Brocas impregnadas.

são polidos, perdendo a broca as propriedades de corte; se a pressão é exagerada, os diamantes partem, o que origina consumo anormal dos diamantes, além da sondagem correr o risco de ser desviada.

Quando uma broca de diamante em pedra inicia a perfuração, a pressão de trabalho deve ser inferior à normal, para evitar que as arestas dos diamantes se partam. À medida que as arestas dos diamantes se vão arredondando, a penetração vai diminuindo e, por conseguinte, é necessário aumentar a pressão. Mas se esta aumentar além de certos limites, é necessário substituir a broca.

A experiência mostra que para uma determinada velocidade de rotação, a velocidade de penetração aumenta com a pressão até um valor óptimo, função da broca e tipo da rocha. A um novo aumento de pressão não corresponderá um aumento do avanço, a não ser que se aumente a velocidade de rotação.

À semelhança do que se verifica com a velocidade de rotação, a pressão de perfuração depende das características da rocha.

Nos terrenos que estão a ser sondados pela Junta de Energia Nuclear, usam-se normalmente as seguintes compressões:

a) Brocas de diamante em pedra

Compressão inicial de 200 a 300 kg, valores que podem ser aumentados para 1000 a 1500 kg.

b) Brocas impregnadas

Utiliza-se uma compressão média de 800 a 900 kg.

Para os diâmetros de 46 mm e 56 mm	— 600 a 800 kg	
» » » » 66 mm e 76 mm	— 800 a 1000 kg	
» » » » 86 mm	— 1000 a 1200 kg	

Estes valores representam a compressão exercida sobre a broca e não a pressão específica.

Desde que o tipo de broca, a pressão e a velocidade de rotação sejam as indicadas para as características da rocha a perfurar, a velocidade de penetração deve ser de 2 a 2,5 cm por minuto; quando assim não acontecer, mesmo variando a velocidade de rotação e pressão, isso significa que a broca não é a indicada e, portanto, torna-se necessário substituí-la.

Resultados práticos

a) *Média de perfuração por broca*

O reconhecimento por sondagens foi iniciado pela Junta de Energia Nuclear em fins de Setembro de 1955, com pessoal em aprendizagem, sob a orientação de um técnico da firma que forneceu o material de sondagem.

Desde então os progressos têm sido sensíveis, conforme se pode ajuízar do gráfico da Fig. 10.

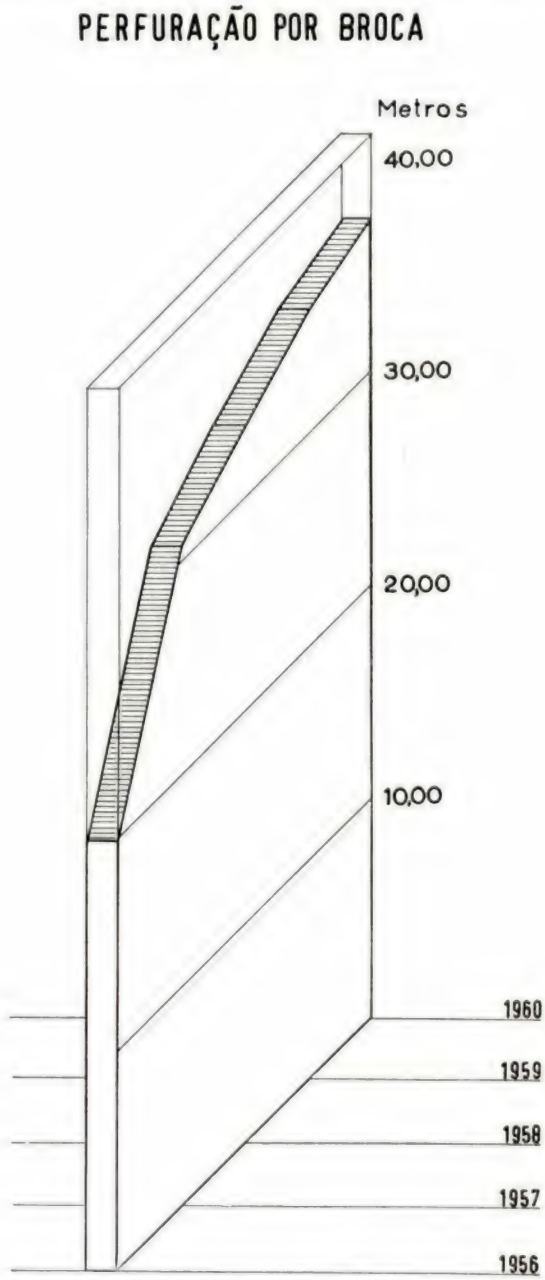


Fig. 10

Estes valores diferem, quando se consideram as brocas agrupadas por diâmetros, sendo os valores mais interessantes para os diâmetros maiores e para as brocas dos tipos impregnados.

Os números indicados a seguir representam as médias obtidas até 31 de Dezembro de 1960.

I — *Perfuração por hora*

	ø 46 mm	ø 56 mm	ø 66 mm	ø 76 mm
Brocas de diamante em pedra	18,49 m	32,47 m	36,67 m	40,16 m
Brocas impregnadas	26,61 m	40,09 m	46,39 m	47,61 m

II — *Quilates (qt) gastos por metro linear de perfuração*

	ø 46 mm	ø 56 mm	ø 66 mm	ø 76 mm
Brocas de diamante em pedra	0,28 qt	0,20 qt	0,19 qt	0,23 qt
Brocas impregnadas	0,40 qt	0,40 qt	0,36 qt	0,41 qt

Em todos os problemas suscitados com o emprego de brocas, tendo em vista a sua melhor aplicação na perfuração das diferentes formações geológicas, temos beneficiado da melhor colaboração dos fornecedores que periòdicamente têm enviado os seus técnicos.

Em consequência da nossa experiência, tem sido possível melhorar alguns tipos de brocas ou prever novos tipos que melhor se adaptem às condições do terreno.

Julga-se de grande utilidade estes contactos com os técnicos das casas fornecedoras porque deste modo resulta sem dúvida um valioso progresso na qualidade das brocas e na técnica da sua utilização.

b) *Preços*

Presentemente a totalidade das brocas de coroa diamantada que se utilizam nos Serviços da Junta de Energia Nuclear são de recuperação, não se adquirindo brocas novas.

As brocas, quando não estiverem em condições de serem econòmicamente utilizadas, são retiradas de serviço e enviadas ao fabricante respectivo que recupera os diamantes existentes na broca usada e com eles faz nova broca, adicionando a quantidade de diamantes necessária para substituir aqueles que se gastaram ou perderam.

É possível recuperar, em média, de 30 a 50 % dos diamantes das brocas retiradas do serviço, com o respectivo abaixamento de preço da broca nova assim obtida.

As verbas que entram no preço de custo do metro de sondagem distribuem-se da seguinte forma:

Mão de obra		30,7 %
Combustíveis e lubrificantes		4,6 %
Material de consumo corrente		
Material de sondagem	10,3 %	
Brocas e guias	41,4 %	
Diversos	1,4 %	53,1 %
Depreciação de material		0,8 %
Diversos		10,8 %

A despesa referente a brocas e por metro de perfuração é a seguinte:

	ø46 mm	ø56 mm	ø66 mm	ø76 mm
Brocas de diamante em pedra	93$40	56$70	53$70	78$90
Brocas impregnadas	98$15	81$60	82$15	86$20

Estes valores foram obtidos considerando a média de todas as brocas gastas, desde o início em Setembro de 1955, até 31 de Dezembro de 1960.

Cálculo do número de brocas necessárias anualmente

Este cálculo apoia-se necessàriamente nas características das formações atravessadas, as quais, de acordo com a experiência, variam relativamente pouco.

A rocha a perfurar é um granito que se apresenta de muito alterado a são, mais ou menos duro segundo a percentagem do quartzo que contém.

A estrutura mineralizada é geralmente constituída por uma brecha, mais ou menos silicificada, em geral bastante alterada, difícil de perfurar pela reduzida percentagem de testemunho que apresenta, verificando-se nela um consumo anormal de brocas.

Para o cálculo em vista, supõe-se que uma broca fura em média 25 m.

Além das brocas de coroa diamantada — diamante em pedra e impregnadas — usam-se brocas de metal duro, tipo prismas de tungsténio, e de metal duro com diamantes.

Os diâmetros de perfuração utilizados vão de 86 mm a 46 mm, admitindo-se a seguinte distribuição de brocas por diâmetros:

5 %	com	o	diâmetro	86 mm
10 %	»	»	»	76 mm
35 %	»	»	»	66 mm
40 %	»	»	»	56 mm
10 %	»	»	»	46 mm

A experiência aconselhou que se adoptem as seguintes percentagens por diâmetro para os seguintes tipos de brocas:

— Diâmetro 86 mm

Metal duro	50 %
Diamante em pedra	50 %

— Diâmetro 76 mm

Metal duro com diamantes	20 %
Impregnadas	30 %
Diamante em pedra	50 %

— Diâmetro 66 mm

Metal duro com diamantes	10 %
Impregnadas	40 %
Diamante em pedra	50 %

— Diâmetro 56 mm

Impregnadas	50 %
Diamante em pedra	50 %

— Diâmetro 46 mm

Impregnadas	50 %
Diamante em pedra	50 %

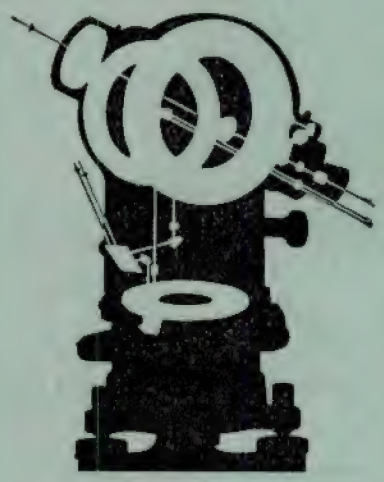
Outubro, 1961

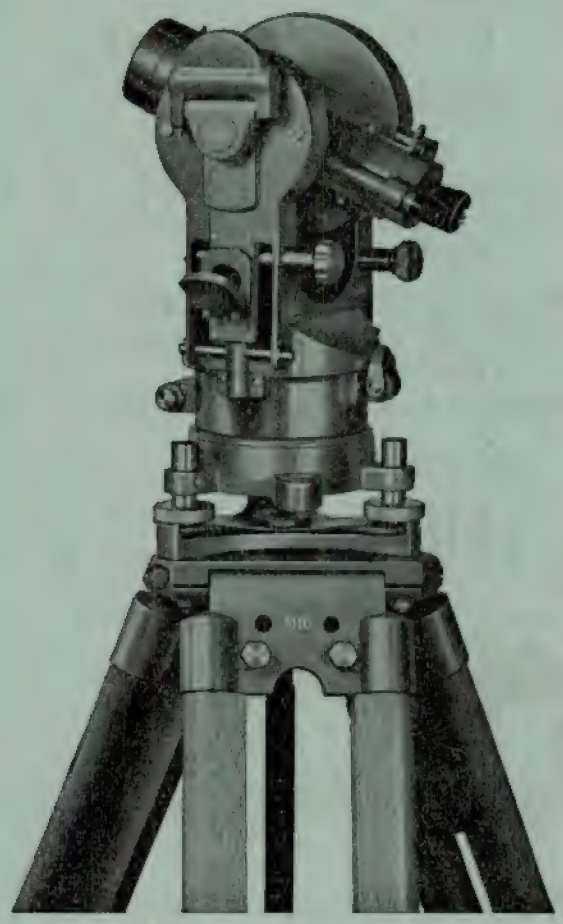
TAQUEÓMETRO AUTOREDUTOR RDS

PARA MIRA VERTICAL COM BASE EXTENSÍVEL

Especialmente apropriado para levantamentos de terrenos acidentados e com muitos detalhes

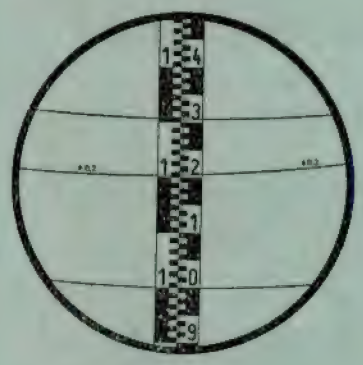
WILD
HEERBRUGG





PRECISÃO DE MEDIDA

das distâncias : 10 a 20 cm em 100 m
dos desníveis : 5 a 20 cm em 100 m



RETÍCULO COM 3 CURVAS:

Inferior — Círculo de Base
Média — Traço Altimétrico
Superior — Traço Estadimétrico

Imagem directa (não invertida) com campo de observação livre e sem obstáculos

Bengala de prumo adaptável ao tripé com escala para leitura da altura do tripé

Solicitem catálogo ou demonstração aos

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

WILD PORTUGAL, LDA.

PRAÇA DAS ÁGUAS LIVRES, 8, S/L 6
LISBOA-2 — TELEF. 68 11 27

WORTHINGTON-CORPORATION

U. S. A. e FILIAIS EUROPEIAS

BOMBAS CENTRÍFUGAS:

Horizontais
Verticais para poços profundos
Liga especial para indústrias químicas
Pasta de papel, etc., etc.

BOMBAS ROTATIVAS DE CARRETOS
BOMBAS ALTERNATIVAS A VAPOR
COMPRESSORES DE AR
TURBINAS A VAPOR - CONDENSADORES

REPRESENTANTES e LICENCIADOS

H. VAULTIER & C.ª

SAXBY

Carros elevadores Transpalettes

para todos os tipos de mercadorias e materiais

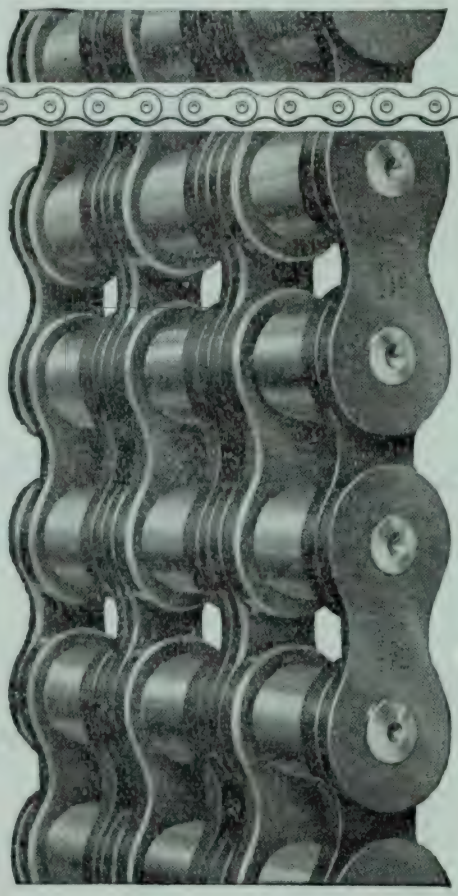
Representantes em Portugal:

AZEVEDO & PESSI, L.DA

Rua Nova do Almada, 46 LISBOA 2

Tel.: 3 01 32 (6 linhas)

RENOLD



a maior organização mundial no fabrico de correntes de precisão oferece

143 correntes para transmissão de potência

Para informações técnicas e fornecimentos consulte—

HARKER, SUMNER & Ca. Lda.

PORTO	LISBOA
38, Rua de Ceuta, 48	14, Largo do Corpo Santo, 18
Telef. 27054-P.P.C.	*Telef. 24823*

RENOLD CHAINS LIMITED · MANCHESTER
REPRESENTANTES EM TODO O MUNDO

C. D. U. 536.65 02:536.763

Demonstração e generalização do teorema de Kirchhoff e da equação de Clapeyron-Clausius em Termoestática

PELO ENG.º MEC. (I. S. T.) JOSÉ JOAQUIM DELGADO DOMINGOS
Assistente do I. S. T.

0 — Introdução

O teorema de Kirchhoff é clássico em termoestática para determinar a variação dos calores latentes com a temperatura, mas a sua demonstração, muito simples na forma habitual, ganha em rigor matemático considerando simplesmente o facto das funções de estado serem contínuas (1) e admitirem pelo menos primeiras derivadas contínuas no espaço termoestático (2). Além disso a sua generalização a qualquer variável além da temperatura e a mais duma variável fica implícita na demonstração da qual resulta ainda como corolário a equação de Clapeyron-Clausius.

A sua publicação faz-se como exemplo de questões apresentadas aos alunos de termodinâmica e por se julgar de interesse toda a formalização de deduções da termoestática clássica.

1 — Teorema

Seja E uma função termoestática (que entendemos unívoca) completamente definidas pelas $n+k$ propriedades médias x_i $(i=i, 2 \dots n)$ e y_j $(j=1 \dots k)$ e que apenas admite um conjunto numerável de descontinuidades de 1.ª espécie (3).

Sejam $P_1\ ({}_1x_1 \dots {}_1x_n\ ,\ {}_1y_1 \dots {}_1y_k)$, $P_2\ ({}_2x_1 \dots {}_2x_n\ ,\ {}_2y_1 \dots {}_2y_k)$, $P_3\ ({}_3x_1 \dots {}_3x_n\ ,\ {}_3y_1 \dots {}_3y_k)$ e $P_4\ ({}_4x_1 \dots {}_4x_n\ ,\ {}_4y_1 \dots {}_4y_k)$ quatro pontos do espaço termoestático entre os quais existem as seguintes relações entre as coordenadas

$$\begin{cases} {}_1x_i = {}_4x_i \\ {}_2x_i = {}_3x_i \end{cases} \qquad \begin{cases} {}_1y_j = {}_2y_j \\ {}_3y_j = {}_4y_j \end{cases}$$
$$i=1,2 \dots n \qquad\qquad j=1,2 \dots k$$

E sejam $\Delta E_{34\,y}$ e $\Delta E_{21\,y}$ as variações da função E numa transformação reversível $P_4 \rightarrow P_3$ e $P_1 \rightarrow P_2$ respectivamente.

Então nos domínios em que $\left(\dfrac{\partial E}{\partial y_j}\right)_{(x_i\,,\,y_l)}$ $(i=1 \dots n\,;\, j=1 \dots k\,;\, l \neq j)$ existem e apenas

---

(1) — Salvo num conjunto numerável de pontos em que poderá ter descontinuidades de primeira espécie.

(2) — Salvo num conjunto numerável de pontos em que poderão ter descontinuidades de primeira ou segunda espécie.

(3) — ou dispensáveis — quando os limites da função à esquerda e à direita da ponto são iguais.

admitem um conjunto numerável de pontos de descontinuidade de 2.ª espécie (1), verifica-se que:

$$\Delta E_{34\,y} = \Delta E_{21\,y} + \sum_{j=i}^{k} \int_{{}_2y_1 \cdots {}_2y_k}^{{}_3y_1 \cdots {}_3y_k} \left[\left(\frac{\partial E}{\partial y_j} \right)_{(x_i = {}_2x_i,\, y_l)} - \left(\frac{\partial E}{\partial y_j} \right)_{(x_i = {}_1x_i,\, y_l)} \right] d\, y_j \quad (2)$$

$$i = 1 \ldots n;\ j = 1 \ldots k;\ l = 1 \ldots k;\ l \neq j$$

1.1 — *Demonstração*

Por definição será

(1) $$\Delta_{21} E_y = E\,({}_2x_1 \ldots {}_2x_n, {}_2y_1 \ldots {}_2y_k) - E\,({}_1x_1 \ldots {}_1x_n, {}_1y_1 \ldots {}_1y_k)$$

(2) $$\Delta_{34} E_y = E\,({}_3x_1 \ldots {}_3x_n, {}_3y_1 \ldots {}_3y_k) - E\,({}_4x_1 \ldots {}_4x_n, {}_4y_1 \ldots {}_4y_k)$$

e por hipótese

(3) $\begin{cases} {}_1x_i = {}_4x_i \\ {}_2x_i = {}_3x_i \end{cases}$ $(i = 1 \ldots n)$

(4) $\begin{cases} {}_1y_j = {}_2y_j \\ {}_3y_j = {}_4y_j \end{cases}$ $(j = 1 \ldots k)$

$\left(\frac{\partial E}{\partial y_j} \right)_{x_i,\, y_l}$ Só admitem um conjunto numerável de pontos de descontinuidade

$(i = 1 \ldots n)$
$(j = 1 \ldots k)$
$(l \neq j)$

e sejam $A_1\,({}_2x_1 \ldots {}_2x_n, {}_{a_1}y_1 \ldots {}_{a_1}y_k), \ldots A_m\,({}_2x_1 \ldots {}_2x_n, {}_{a_m}y_1 \ldots, {}_{a_m}y_k)$, $B_1\,({}_1x_1 \ldots {}_1x_n, {}_{b_1}y_1 \ldots {}_{b_1}y_k), \ldots, B_r\,({}_1x_1 \ldots {}_1x_n, {}_{b_r}y_1 \ldots {}_{b_r}y_k)$ desses pontos os existentes na evolução $P_2 \longrightarrow P_3$ e $P_4 \longrightarrow P_1$ respectivamente pela sua ordem.

Então atendendo a que nos troços de continuidade das derivadas é:

$$dE = \sum_i \frac{\partial E}{\partial x_i} d\,x_i + \sum_j \frac{\partial E}{\partial y_j} d\,y_j$$

e sendo E uma função do ponto no espaço termoestático, será, considerando (3) e (4):

(5) $$E\,({}_3x_1 \ldots {}_3x_n, {}_3y_1 \ldots {}_3y_k) - E\,({}_2x_1 \ldots {}_2x_n, {}_2y_1 \ldots {}_2y_k) = \sum_{j=1}^{k} \left[\int_{{}_2y_1 \ldots {}_2y_k}^{{}_{a_1}y_1 \ldots {}_{a_1}y_k} \left(\frac{\partial E}{\partial y_j} \right)_{(x_i = {}_2x_i;\, y_l)} d\,y_j + \right.$$

$$\left. + \sum_{p=1}^{m-1} \int_{{}_{a_p}y_1 \ldots {}_{a_p}y_k}^{{}_{a_{p+1}}y_1 \ldots {}_{a_{p+1}}y_k} \left(\frac{\partial E}{\partial y_j} \right)_{(x_i = {}_2x_i;\, y_l)} d\,y_j + \int_{{}_{a_m}y_1 \ldots {}_{a_m}y_k}^{{}_3y_1 \ldots {}_3y_k} \left(\frac{\partial E}{\partial y_j} \right)_{(x_i = {}_2x_i;\, y_l)} d\,y_j \right]$$

$$(i = 1 \ldots n;\ j = 1 \ldots k;\ l = 1 \ldots k;\ l \neq j)$$

---

(1) — ordinária ou pròpriamente dita — quando os limites da função à esquerda e à direita do ponto são diferentes.

(2) — Havendo pontos de descontinuidade de 2.ª espécie o intervalo de integração deve dividir-se nos vários traços de continuidade e integrar entre os limites, como é óbvio. Não se representa esta subdivisão do intervalo para não sobrecarregar a exposição (e a representação) mas considera-se implícita e tem-se em conta na demonstração.

ou abreviadamente, considerando implícita a divisão do intervalo de integração nos vários troços de continuidade das derivadas

$$(5') \quad E\,({}_3x_1 \dots {}_3x_n\,,\,{}_3y_1 \dots {}_3y_n) - E\,({}_2x_1 \dots {}_2x_n\,,\,{}_2y_1 \dots {}_2y_k) = \sum_{j=1}^{k} \int_{{}_2y_1 \dots {}_2y_k}^{{}_3y_1 \dots {}_3y_k} \left(\frac{\partial E}{\partial y_j}\right)_{(x_i = {}_2x_i\,,\,y_l)} d\,y_j$$

$$(i = 1 \dots n\,;\; j = 1 \dots k\,;\; l = 1 \dots k\,;\; l \neq j)$$

e anàlogamente

$$(6) \quad E\,({}_4x_1\,, \dots {}_4x_n\,,\,{}_4y_1 \dots {}_4y_k) - E\,({}_1x_1 \dots {}_1x_n\,,\,{}_1y_1 \dots {}_1y_k) = \sum_{j=1}^{k} \left[\int_{{}_1y_1 \dots {}_1y_k}^{b_1\,y_1 \dots b_1\,y_k} \left(\frac{\partial E}{\partial y_j}\right)_{(x_i = {}_1x_i\,;\,y_l)} d\,y_j \right.$$

$$\left. \sum_{q=1}^{r-1} \int_{b_q\,y_1 \dots b_q\,y_k}^{b_{q+1}\,y_1 \dots b_{q+1}\,y_k} \left(\frac{\partial E}{\partial y_j}\right)_{(x_i = {}_1x_i\,;\,y_l)} d\,y_i + \int_{b_r\,y_1 \dots b_r\,y_k}^{{}_4y_1 \dots {}_4y_k} \left(\frac{\partial E}{\partial y_j}\right)_{(x_i = {}_1x_i\,;\,y_l)} d\,y_j \right]$$

$$(i = 1 \dots n\,;\; j = 1 \dots k\,;\; l = 1 \dots k\,;\; l \neq j)$$

ou abreviadamente

$$(6') \quad E\,({}_4x_1 \dots {}_4x_n\,,\,{}_4y_1 \dots {}_4y_k) - E\,({}_1x_1 \dots {}_1x_n\,,\,{}_1y_1 \dots {}_1y_k) = \sum_{j=1}^{k} \int_{{}_1y_1 \dots {}_1y_k}^{{}_4y_1 \dots {}_4y_k} \left(\frac{\partial E}{\partial y_j}\right)_{(x_i = {}_2x_i\,;\,y_l)} d\,y_j$$

$$(i = 1 \dots n\,;\; j = 1 \dots k\,;\; l = 1 \dots k\,;\; l \neq j)$$

multiplicando agora (1) e (5') por (-1) e somando ordenadamente com (2) e (6') vem:

$$(7) \quad 0 = \Delta E_{34\,y} - \Delta E_{21\,y} + \sum_{j=1}^{k} \int_{{}_1y_1 \dots {}_1y_k}^{{}_4y_1 \dots {}_4y_k} \left(\frac{\partial E}{\partial y_j}\right)_{(x_i = {}_1x_i\,;\,y_l)} d\,y_j - \sum_{j=1}^{k} \int_{{}_2y_1 \dots {}_2y_k}^{{}_3y_1 \dots {}_3y_k} \left(\frac{\partial E}{\partial y_j}\right)_{(x_i = {}_2x_i\,;\,y_l)} d\,y_j$$

$$(i = 1 \dots n\,;\quad j = 1 \dots k\,;\quad l = 1 \dots k\,;\; l \neq j)$$

ou atendendo novamente a (3) e (4)

$$(8) \quad \Delta E_{34\,y} = \Delta E_{21\,y} + \sum_{j=1}^{k} \int_{{}_2y_1 \dots {}_2y_k}^{{}_3y_1 \dots {}_3y_k} \left[\left(\frac{\partial E}{\partial y_j}\right)_{(x_i = {}_2x_i\,;\,y_l)} - \left(\frac{\partial E}{\partial y_j}\right)_{(x_i = {}_1x_i\,;\,y_l)} \right] d\,y_j$$

$$(i = 1 \dots n\,;\quad j = 1 \dots k\,;\quad l = 1 \dots k\,;\quad l \neq j)$$

o que demonstra o teorema.

* * *

Observação: — Para $E = U$ (energia interna), $y_1 = T$ (temperatura) $y_2 = V$ e ${}_1V = {}_2V = {}_3V = {}_4V$, ou para $E = H$ (entalpia) $y_1 = T$ $y_2 = P$ e ${}_1P = {}_2P = {}_3P = {}_4P$ (e implìcitamente embora os tratadistas o não mencionem $X_i = N_i$ — número de moles, ou massa dos componentes da reacção química), temos a expressão clássica do teorema que dá a variação do calor de reacção com a temperatura respectivamente a volume e a pressão constante.

Com efeito, para $E = U$, $y_1 = T$, $Y_2 = V$ (${}_1V = {}_2V = {}_3V = {}_4V$) é

(9) $$\left(\frac{\partial E}{\partial y_j}\right)_{(x_i = {}_1x_i\,;\, y_l)} = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_{(N_i = {}_1N_i\,;\, V)} = C_{V1}\,(T, V)$$ capacidade calorífica a volume constante do sistema na evolução $P_1 \rightarrow P_4$ (reagentes) (*)

e anàlogamente

(10) $$\left(\frac{\partial E}{\partial y_j}\right)_{(x_i = {}_2x_i\,;\, y_l)} = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_{(N_i = {}_2N_i\,;\, V)} = C_{V2}\,(T, V)$$ capacidade calorífica a volume constante na evolucão $P_2 \rightarrow P_3$ (produtos) (1)

donde

(11) $$\Delta U_{Tv} = \Delta U_{Tov} + \int_{To,\,v}^{T,\,v} [\,c_{v_2} - c_{v_1}\,]\, dT$$

Anàlogamente para $E = H$, $y_1 = T$ e $y_2 = P$ (com ${}_1P = {}_2P = {}_3P = {}_4P$), como

(12) $$\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_{(N_i = {}_1N_i\,;\, P)} = c_{p1} =$$ capacidade calorífica a pressão constante do sistema na evolução $P_1 \rightarrow P_4$ (Reagentes)

e

(13) $$\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_{(N_i = {}_2N_i\,;\, P)} = c_{p_2}$$ — idem para a evolução $P_2 \rightarrow P_3$ (Produtos)

é

(14) $$\Delta H_{TP} = \Delta H_{ToP} + \int_{To,\,P}^{T,\,P} [\,c_{p_2} - c_{p_1}\,]\, dT$$

1.1.1. Embora implícito na demonstração interessa fazer alguns comentários que facilitem a aplicação ao caso em que as variáveis que definem a função nos vários traços de continuidade não são as mesmas, como sucede por exemplo quando, variando a temperatura, algumas espécies químicas que participam numa reacção sofrem uma mudança de estado na evolução $P_2 \rightarrow P_3$ ou $P_1 \rightarrow P_4$. Neste caso, as derivadas parciais em relação à temperatura apresentam um ponto

(1) Dizer na evolução $P_1 \rightarrow P_4$ e $P_2 \rightarrow P_3$ deve entender-se apenas como forma de indicar mais explìcitamente a composição do sistema e ao longo de que evolução esta capacidade calorífica interessa.

de descontinuidade que é necessário ter em conta quando se efectua a integração em T como já se acentuou. Na forma clássica de considerar a variação da função com a temperatura este aspecto trata-se simplesmente, incluindo termos aditivos (ΔU, ΔH, ΔS, ...) iguais à correspondente descontinuidade da função à temperatura a que a mesma ocorre, tratamento que resulta duma interpretação física, mais que duma análise formal do teorema que só é possível fàcilmente na forma generalizada.

Formalmente, sempre que se verifica o aparecimento duma nova fase, o espaço de descrição antes do aparecimento daquela é de dimensão insuficiente se for o estritamente necessário para a consideração do sistema em fase única. Desta insuficiência do espaço resulta na descrição corrente uma descontinuidade para a função na zona de existência de mais de uma fase [1]. Porém, dentro das hipóteses feitas no enunciado do teorema, da função ser completamente definida pelas $n + k$ propriedades médias, inclui-se necessàriamente a descrição do troço em que se verifica a transição de fase reduzindo-se o problema à distinção, nos vários traços de continuidade, das variáveis independentes. Deste modo, incluindo nas variáveis y_j as que descrevem a transição, basta que (p. ex.) à temperatura de transição e restantes variáveis que delimitam o troço de continuidade, se conduza a integração sobre os y_j até aí mantidas constantes, e até que sucessivamente cada constituinte passe novamente a uma só fase (embora em estado físico diferente).

Admitindo por exemplo que as variáveis que descrevem a transição que se verifica o T_j são as fracções de moles (β_k) da espécie química k que sofre a transição relativamente ao total de k existente, a transição é percorrida quando β varia de 0 a 1 (ou inversamente) e as integrais em que β_k figura como variável de integração reduzir-se-ão a

$$\int_{\beta_k=0}^{\beta_k=1} \left(\frac{\partial E}{\partial \beta_k}\right)_{(T_j\, N_l\, \beta l\,;\, l \neq k)} d\beta_k = \Delta E\, \beta_k \tag{15}$$

(simbolizando por $\Delta E\, \beta_k$ — a variação de ΔE por na evolução o constituinte químico k ter sofrido uma mudança de fase).

Na variação da função ΔE_{34} [v. (8)], todas as integrações do Σ_j que se referem a mudanças de fase degeneram em termos aditivos $\Delta E\, \beta_k$ correspondentes à variação da função por um dos constituintes ter sofrido uma mudança de fase. Os $\Delta E\, \beta_k$ determinam-se no ponto que limita o anterior troço de continuidade com o sistema sem transições de fase.

Deste modo se formaliza a inclusão dos termos aditivos que é costume considerar na utilização clássica do teorema.

1.2 — *Corolário — Equação de Clapeyron-Clausius generalizada*

Fazendo tender para zero a variação da função com y_j resulta:

$$\text{limite}\, \Delta E_{34\,y} - \Delta E_{21\,y} \to 0 = \text{limite} \sum_{j=1}^{k} \int_{{}_1y_1 \ldots {}_1y_k}^{{}_2y_1 \ldots {}_2y_k} \left[\left(\frac{\partial E}{\partial y_j}\right)_{(x_i = {}_1x_i\,;\, y\,l)} - \left(\frac{\partial E}{\partial y_j}\right)_{(x_i = {}_2x_i\,;\, y\,l)}\right] d\,y_j \to 0$$

$$(i = 1 \ldots n;\ \ j = 1 \ldots k;\ \ l = 1 \ldots k;\, l \neq j)$$

ou

$$\sum_j \left[\left(\frac{\partial E}{\partial y_j}\right)_{(x_i = {}_2x_i\,;\, y\,l)} d\,y_j - \left(\frac{\partial E}{\partial y_j}\right)_{(x_i = {}_1x_i\,;\, y\,l)} d\,y_j\right] = 0$$

$$(i = 1 \ldots n;\ \ j = 1 \ldots k;\ \ l = 1 \ldots k;\ \ j \neq l)$$

---

[1] V. Curso de Termodinâmica — Prof. Gouvêa Portela — Edição da A.E.I.S.T.

No caso particular de ser $j = 1, 2$ é

$$\left[\left(\frac{\partial E}{\partial y_1}\right)_{x_i = {}_2x_i\,;\,y_2} - \left(\frac{\partial E}{\partial y_1}\right)_{x_i = {}_1x_i\,;\,y_2}\right] d\,y_1 + \left[\left(\frac{\partial E}{\partial y_2}\right)_{x_i = {}_2x_i\,;\,y_1} - \left(\frac{\partial E}{\partial y_2}\right)_{x_i = {}_1x_i\,;\,y_1}\right] d\,y_2 = 0$$

ou

$$(16) \qquad \left(\frac{d\,y_2}{d\,y_1}\right)_{(y_1,\,y_2)} = - \frac{\left(\frac{\partial E}{\partial y_1}\right)_{x_i = {}_2x_i\,;\,y_2} - \left(\frac{\partial E}{\partial y_1}\right)_{x_i = {}_1x_i\,;\,y_2}}{\left(\frac{\partial E}{\partial y_2}\right)_{x_i = {}_2x_i\,;\,y_1} - \left(\frac{\partial E}{\partial y_2}\right)_{x_i = {}_1x_i\,;\,y_1}}$$

que constitui a forma generalizada da equação de Clapeyron-Clausius.

Nota: — Deve atender-se a que $\frac{d\,y_2}{d\,y_1}$ é calculado a y_1 e y_2 constantes respectivamente, o que faz com que a derivada seja definida apenas num ponto, ou o que é o mesmo, que por força da dedução os pontos 1,2 e 3,4 são infinitamente próximos, donde resulta que $\frac{d\,y_2}{d\,y_1}$ será nulo se não houver descontinuidade nas derivadas do 2.° membro de (16).

Observação: — Considerando $E = G$ (Energia livre de Gibbs) — $G = G\,(T, P, N_1 \ldots N_n)$

e $y_1 = T$ (temperatura)
$y_2 = P$ (pressão)
$x_i = N_i$ = número de moles ou massa das especies químicas que participam na evolução
$(i = 1 \ldots n)$

obtém-se a expressão clássica da equação de Clapeyron-Clausius, pois sendo

$$(17) \qquad \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_{\substack{(N_i = {}_1N_i\,,\,P)\\ (i = 1 \ldots n)}} = -S_1 = \text{Entropia do sistema quando } N_i = {}_1N_i \text{ e à Pressão } P$$

$$(18) \qquad \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_{\substack{(N_i = {}_2N_i\,,\,P)\\ i = 1 \ldots n}} = -S_2 = \text{idem quando } N_i = {}_2N_i$$

$$(19) \qquad \left(\frac{\partial G}{\partial P}\right)_{\substack{(T,\,N_i = {}_1N_i)\\ (i = 1 \ldots n)}} = V_1 \text{volume do sistema quando } N_i = {}_1N_i \text{ e à Temperatura } T$$

$$(20) \qquad \left(\frac{\partial G}{\partial P}\right)_{(T,\,N_i = {}_2N_i)} = V_2 - \text{idem quando } N_i = {}_2N_i$$

resulta, de 16

$$(21) \qquad \left(\frac{d\,P}{d\,T}\right)_{P_1\,T} = \frac{(S_2 - S_1)\,P}{(V_2 - V_1)T} = \frac{(\Delta\,S)P}{(\Delta\,V)T}$$

Expressão que só é diferente de zero quando $\Delta\,S \neq 0$ e $\Delta\,V \neq 0$ o que sucede quando na variação de ${}_1N_i$ para ${}_2N_i$ o sistema sofre uma mudança de fase. Sendo então os dois pontos entre

às quais se considera a variação dois pontos infinitamente próximos mas situados em duas fases diferentes em equilíbrio, $\frac{dP}{dT}$ será a variação da pressão com a temperatura num ponto qualquer da linha de transição, expresso em função da variação de entropia a pressão constante do sistema quando uma dada massa passa duma fase a outra e da variação do volume que para o sistema resulta da mesma transferência, nesse ponto, como se sabe da expressão clássica da equação.

2 — Aplicações

Embora sejam de imediata aplicação as expressões deduzidas exemplifica-se no caso da variação com duas propriedades médias e identificando E com duas funções termoestáticas expressas na forma habitual.

2.1 — *Energia interna* – U

Por hipótese admite-se U expresso nas variáveis (1) S — entropia, V — volume, $N_1 \dots N_k$ — número de moles de cada componente químico.

Considera-se que ΔU é a variação da energia interna quando, o número de moles passa de ${}_1N_1 \dots {}_1N_n$ a ${}_1N_2 \dots {}_2N_n$, a S e V constantes, pretendendo-se saber ΔU quando S e V variam de $S_o\ V_o$ para $S_1\ V_1$ não se verificando mudanças de fase.

Então, aplicando directamente (8).

$$\Delta U_{S_1 V_1} = \Delta U_{S_o V_o} + \int_{S_o V_o}^{S_1 V_1} \left[\left(\frac{\partial U}{\partial S} \right)_{(N_i = {}_2N_i\,;\,V)} - \left(\frac{\partial U}{\partial S} \right)_{(N_i = {}_1N_i\,;\,V)} \right] dS +$$

$$+ \int_{S_o V_o}^{S_1 V_1} \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_{(N_i = {}_1N_i\,,\,S)} - \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_{(N_i = {}_2N_i\,,\,V)} \right] dV \qquad i = 1 \dots N$$

e como

$$\left(\frac{\partial U}{\partial S} \right)_{(N_i\,,\,V)} = T$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial S} \right)_{(N_i\,,\,S)} = -P$$

resulta

$$\Delta U_{S_1 V_1} = \Delta U_{S_o V_o} + \int_{S_o V_o}^{S_1 V_1} (T_2 - T_1)\, dS + \int_{V_o}^{V_1} (P_1 - P_2)\, dV$$

2.2 — *Energia livre de Gibbs* — G

Por hipótese admite-se G expresso das variáves P — pressão, T — temperatura, $N_1 \dots N_n$, número de moles de cada componente químico.

---

(1) — Como é óbvio, se U se exprimisse noutras variáveis não haveria mais que pelas propriedades das funções implícitas e pelas relações de Maxwell, exprimir as derivadas parciais nas variáveis ou coeficientes de interesse para a aplicação prática.

Considera-se $\Delta G_{P,T}$, a variação de G quando ${}_1N_1 \ldots {}_1N_k$ passa a ${}_2N_1 \ldots {}_2N_k$ (reacção química p. ex.) a P e T constante. Pretende-se ΔG quando P e T, passam de P_0 T_0 a P_1 T_1, não havendo mudanças de fase.

Por aplicação de (8) e atendendo a (17), (18), (19) e (20), resulta directamente

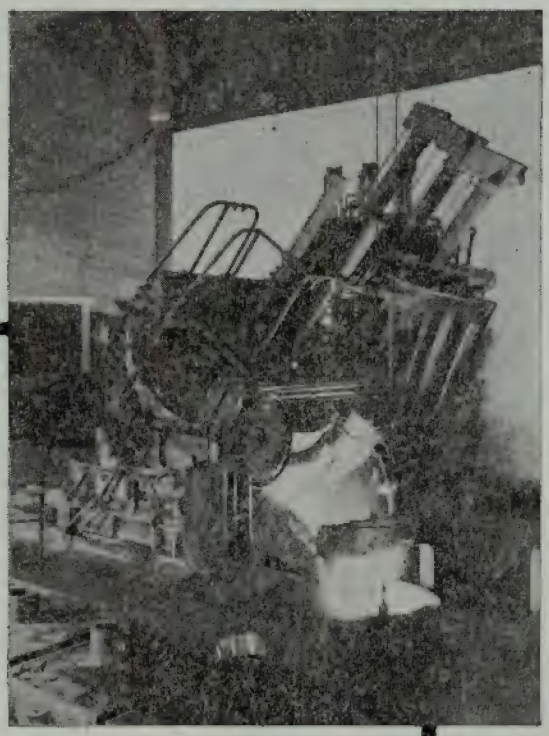
$$\Delta G_{P_1 T_1} = \Delta G_{P_0 T_0} + \int_{P_0 T_0}^{P_1 T_1} (-S_2 + S_1)\, dS + \int_{P_0 T_0}^{P_1 T_1} (V_2 - V_1)\, dV$$

* * *

Agradecimento: Ao Ex.mo Prof. Gouvêa Portela publicamente manifestamos o nosso agradecimento pelo estímulo e interesse com que sempre acompanha a elaboração destes trabalhos.

ÁS INDÚSTRIAS

METALO-MECÂNICAS
MINEIRAS
OBRAS PÚBLICAS
CONSTRUÇÃO NAVAL
ETC.



- PEÇAS PARA A CONSTRUÇÃO DE MÁQUINAS OU ACESSÓRIOS.
- PEÇAS DE DESGASTE, MAXILAS, DENTES PARA ESCAVADORAS, ETC.
- PISOS PARA TRACTORES.
- RODAS PARA VAGONAS E VAGONETAS EM AÇO ESPECIAL, ETC.

EM

FERRO FUNDIDO
OU AÇO VASADO

LIGAS NORMAIS OU ESPECIAIS PARA TODAS AS INDÚSTRIAS E APLICAÇÕES.
MOLDAÇÃO MECÂNICA EM MÉDIAS OU GRANDES SÉRIES.
FERRO COM GRAFITE ESFEROIDAL, NOSSA LIGA "GN" (SOB PATENTE DA TH MOND NICKEL, C.º)
REVESTIMENTOS PARA MOÍNHOS "SYMONS" (LICENÇA DA NORDBERG MANUF. C.º).

A NOSSA FIRMA ESTÁ INSCRITA NA "LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING"
SECÇÃO TÉCNICA DE CONSULTA
LABORATÓRIOS PRIVATIVOS DE ANÁLISES PARA CONTROLE FÍSICO-QUÍMICO-METALOGRÁFICO E RADIOGRÁFICO.

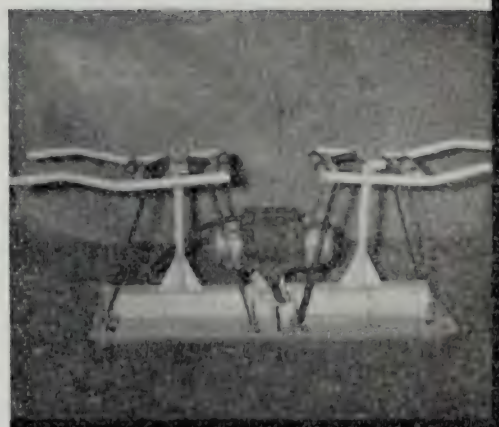
ALFREDO ALVES & C.ª (FILHOS)
E FÁBRICAS VULCANO E COLARES

RUA ACADEMIA DAS CIÊNCIAS, 5 — LISBOA — TELEF. 317 10
NO PORTO: P. D. JOÃO I, 25-1.º — TELEF. 2 47 71

GRAVATO

vibração do betão

publivasc



vibradores externos e internos

réguas vibrantes equipamentos vibrantes
para superficies

energia electrica, peneumatica e gasolina

alta frequência e meia frequência

representante sociedade comercial romar ltda
rua da boavista, 83, 1.º d
lisboa

urbar
ingenieros

san sebastián
av generalisimo, 6
espanha

DO MUNDO TÉCNICO

C. D. U. 543.3 : 539.16

A medição de baixos níveis de contaminação radioactiva na água potável

por A. D. WRIGHT, B. Sc, M. S. M. A.

Entre os perigos da radioactividade destaca-se o da presença de contaminadores radioactivos na água potável. Esta contaminação provém da queda de substâncias radioactivas sólidas resultantes de explosões atómicas e de quantidades relativamente pequenas que se escapam para a atmosfera através dos sistemas de filtração de ar de laboratórios e outras instalações de estudos atómicos. A contaminação pode também resultar de efluentes destas instalações.

Se bem que estas fontes de contaminação possam ser estritamente controladas é ainda do maior interesse determinar o grau de contaminação da água potável. O nível de tolerância para misturas de produtos de fissão aceite hoje em dia foi proposto pelo «International Committee for Radiolegical Protection», e é de 100 micro-microcuries por litro. A dose máxima permitida para radiação interna do Estrôncio 90 (o isótopo mais radiotóxico) é de 4×10^3 micro-microcuries por litro para todo o corpo humano.

Estes níveis de radio-actividade variam com a proveniência da água, e são determinados também pelas condições em que ela se encontrava. São evidentemente mais elevados depois das explosões atómicas, quando a nuvem de poeiras se deslocou sobre uma determinada área e as partículas contaminadas foram arrastadas para a terra pela chuva. A filtração da água diminui o nível de contaminação que é ainda reduzido por meio de vários processos de tratamento de águas levados a efeito antes de esta ser fornecida ao consumidor.

O quadro seguinte mostra as quantidades, bastante variáveis, da actividade do Estrôncio 90 e Ítrio 90 conforme a origem da água examinada. As medidas foram efectuadas durante um grande período de tempo (Fevereiro de 1958 a fins de 1960) por um Water Department da Grã-Bretanha.

Origem da água	Actividade do Sr 90/Y 90
Chuva	de 30 a 4.000 μμc/litro
Rios	» 4 » 185 » »
Reservatórios	» 3 » 50 » »
Sub-solo	» 0 » 3 » »

A actividade pode ser medida inserindo um detector, como por exemplo um Geiger ou um contador de cintilações, directamente na água. Este método tem contudo uma sensibilidade limite, que para detectores beta é da ordem de 10^{-8} curies por litro, valor demasiado elevado para a medida do nível de tolerância de emissores beta como Estrôncio 90. Pode, porém, ser considerado um método satisfatório para medir níveis de actividade de efluentes que serão substancialmente diluidos quando derem entrada em reservatórios, nos rios ou no mar. Uma outra desvantagem deste método é o detector poder ser ele próprio contaminado com a substância que a ele adere.

Um segundo método consiste em concentrar as substâncias sólidas dissolvidas na água, evaporando à secura um volume relativamente grande, e depois medir a actividade do resíduo.

A actividade da matéria sólida obtida pode ser medida por métodos convencionais, usando um contador Geiger ou um contador de cintilações. A sensibilidade deste método é relativamente elevada e os níveis de actividade tolerados podem fàcilmente ser detectados. O valor obtido depende do nível de actividade na amostra, do volume de água evaporado e da eficiência do equipamento de contagem usado. Se a matéria sólida contida na água é pouca será necessário evaporar um maior volume de água.

Um método, oferecendo ambas as vantagens de concentração dos contaminadores sólidos e duma técnica contínua, é possível com o High Sensitivity Water Monitor. Este sistema usa um contador Geiger rodeado por uma camada de resina permutadora de iões.

Faz-se passar a água através da resina a uma velocidade controlada e os sólidos dissolvidos, incluindo quaisquer matérias radioativas, são retidos na resina. A actividade beta/gama emitida pelos radiosótopos é detectada pelo tubo Geiger e o nível de radioactividade aumenta à medida que sucessivas amostras de água vão passando pela resina.

O funcionamento do aparelho é sensìvelmente o seguinte:

A água entra para uma câmara superior a um caudal constante que é regulado por uma válvula de agulha a fim de evitar as variações de pressão que resultariam dum volume de água não constante nessa câmara.

O fluxo de água para a câmara de medida é controlado por uma válvula de estrangulamento variável comandada por um mecanismo eléctrico de contagem do tempo. Isto permite-nos obter na câmara de medida quantidades pré-fixadas de água a intervalos regulares.

Esta câmara contém a resina permutadora de iões, que é suportada por uma muito fina rede de aço, rodeando o tubo Geiger. No fundo da câmara existe a saída para a água.

Para se retirar a resina quando está saturada usam-se jactos de água que a arrastam. A nova resina é colocada através da câmara superior.

As vibrações do contador Geiger são amplificadas

e em seguida é medida a frequência dessas vibrações. O aparelho medidor está directamente ligado a um registador e se quisermos a um alarme que funcionaria quando um nível pré-determinado fosse ultrapassado.

No aparelho descrito usam-se 50 cm³ de resina permutadora de iões, a qual rodeia o contador Geiger formando uma camada de 6 mm de espessura. Este valor assegura um mínimo de atenuação dos raios beta, compatível com espaço suficiente na secção anular da câmara para permitir uma remoção fácil da resina saturada com água.

Com este volume de resina pode-se medir o nível de radioactividade numa quantidade de 20 l de água, na hipótese de que esta contenha cerca de 500 p. p. m. de sólidos dissolvidos.

Depois desta quantidade de água ter sido analisada, a resina está perto da saturação e deve ser substituída ou regenerada. É evidente que com um teor de sólidos menor se pode analisar um maior volume de água.

Para os níveis de contaminação normais, uma velocidade de análise de 20 l de água por semana é a mais conveniente. Durante este período entram na câmara de medidas amostras de 20 cm³ de 10 em 10 minutos. Da linha traçada pelo registador pode-se verificar em qualquer momento se a contaminação é diferente da normal.

A análise pode ser levada a efeito com um ritmo mais rápido do que no exemplo anterior. Contudo a velocidade mínima é limitada neste equipamento a 20 cm³ por minuto devido ao volume de resina usado e ao tempo necessário ao estabelecimento do equilíbrio quimico entre o soluto e a resina.

Em alguns casos é necessário um aumento de sensibilidade mas este é obtido sempre em prejuízo da vida da resina.

A escolha da resina é determinada pela natureza dos contaminadores. A maior parte dos produtos de fissão presentes na água são catiões e portanto uma resina permutadora de iões deste tipo é eficiente para cerca de 90 % do total dos produtos.

A resina retirada da câmara de medida é guardada e se o nível de radioactividade é elevado, pode-se analisá-la a fim de se determinarem os constituintes radioisótopos que provocaram o aumento do nível.

Em lugar do contador Geiger pode-se usar um contador de cintilações e intercalar um discriminador de variação da intensidade das vibrações no circuito de medida, e obter assim uma informação qualitativa duma forma automática. Isto, porém, é demasiado complicado para valer a pena em análises de águas normais, e o aparelho que descrevemos atrás, além de possuir alta sensibilidade constitui um bom processo para a determinação do nível de radioactividade da água e é utilisável por qualquer engenheiro sem conhecimentos especializados de radioisótopos

(Tradução de Manuel Dias Ferreira)

C. D. U. 625.42 : 621.794

Bórax na trefilagem

Na produção de arame de ferro pelo processo de estiragem a seco é costume usar um condutor lubrificante que assegure a adesão do lubrificante empregado, reduzindo-se assim o atrito durante a passagem do arame através das fieiras.

O material inicialmente usado para este fim era uma simples suspensão de cal na água, que servia também para neutralizar quaisquer restos de ácido de decapagem que ficasse no arame.

Como a cal nunca foi satisfatória para este efeito, muitas tentativas se fizeram durante os últimos 25 anos para a substituir por outros materiais, e a tendência actual para o uso de velocidades de trefilagem mais altas acentuou a necessidade dum melhor condutor lubrificante

Em muitos casos os substitutos propostos foram mal sucedidos, mas o borato de sódio, que foi introduzido cerca de 1947, estabeleceu-se como um dos mais valiosos auxílios para uma trefilagem eficiente. Desde então o seu uso generalizou-se a trefilarias em todas as partes do mundo.

Porque é barata a cal ainda é consideràvelmente usada para trefilagens menos rigorosas, tais como aços de baixo teor de carbono trefilados a velocidades relativamente pequenas. Para condições de trefilagem mais rigorosas, por exemplo, aços duros e altas velocidades, o uso do bórax é cada vez maior, por causa das seguintes vantagens:

1 — Uma neutralização eficiente.
2 — Isenção de poeiras.
3 — Fácil e completa solubilidade em água quente.
4 — As camadas de bórax secam fàcilmente e protegem o arame da corrosão antes da trefilagem.
5 — Não é necessário recozimento.
6 — As camadas de bórax são aderentes.
7 — As camadas de bórax actuam como um fluxo na soldadura de pontas.
8 — Maior vida para as fieiras resulta da lubrificação mais eficiente.

Outra alternativa para a cal é a das camadas de fosfato, mas estas são consideràvelmente mais caras do que o bórax. Nos casos em que as camadas de fosfato são usadas, as suas vantagens aumentam fazendo seguir o tratamento com fosfato dum banho de bórax.

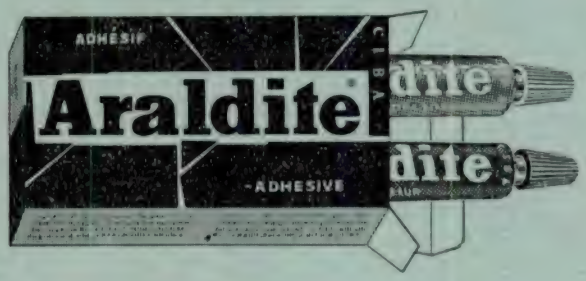
OFICINA DE ZINCAGEM

EXECUTAM-SE TRABALHOS DE ZINCAGEM POR IMERSÃO A QUENTE DE ESTRUTURAS METÁLICAS, OBRAS DE SERRALHARIA E CHAPARIA COM COMPRIMENTO ATÉ 12 M.

Apartado n.º 5 — Sacavém — Telef. 0518462

Só

ARALDITE — o ligante mais forte que se conhece



Liga para sempre
AÇO, METAIS, VIDRO, BORRACHA, CERÁMICA, PLÁSTICOS (não maleável)
e todo o material de uso corrente.

Indispensável em casa e na oficina.

ARALDITE, o ligante do engenheiro, usado na aviação a jacto.

Liga materiais da mesma natureza e de natureza diferente.

Resiste a
CALOR, HUMIDADE, SOLVENTES ÁCIDOS

Marca registada e patente de CIBA Societé Anonyme (Suíça)

ORGANIZAÇÃO DE ENGENHARIA
AO SERVIÇO DA INDÚSTRIA

Sociedade Portuguesa de Petroquímica

- INSTALAÇÃO ANTI-DEFLAGRANTE
- REDE DE CABOS

Execução integral ou colaboração de:

ELECTRO TÉCNICOS

ELECTROTÉCNICOS REUNIDOS, L.DA

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA
LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 683649
PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 — TEL 21277

AUGUSTO CAVACO
ENGENHEIRO

SONDAGENS
FUNDAÇÕES
CAPTAÇÕES DE ÁGUA
REBAIXAMENTOS
DE NÍVEIS AQUÍFEROS

RUA RODRIGO DA FONSECA, 62 · LISBOA · TELEF. 53873

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

José Fernando Pinharanda, João Carvalho Marques, António Pires Carreto, José Manuel Gonçalves e Alberto Romão Dias

---

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 621.311.22 (46)

Centrale thermique de Badalona (Espagne) — *Günter Eifert.*

Revue Siemens 18 (1960), pág. 178-187, 7 figuras.

C. D. U. 621.311.22-186.5 (49.33)

A Central térmica de força motriz de Ruien, na Bélgica — *P. Barbey e F. Bachmayer.*

Suíça Técnica, 1960, n.º 2, pág. 45-52.

C. D. U. 621.311.4 (494)

Le Poste de Fällanden du Service de l'Electricité de la Ville de Zurich.

Bolletin Oerlikon, 2-961, n.º 344, pág. 2-10.

C. D. U. 621.311.4.062.8

Automatic Transfer of Tap-off Substations in High-voltage Systems — *Helmut Leibold.*

Siemens Review XXVII (1960), pág. 280, 2 figuras.

C. D. U. 621.313.001.11

A New Electrical Machine for Jeaching Purposes — *Ellison, A. J. and Bartho, A. D.*

A. E. I. Engineering, 9-961, vol. 1, n.º 9, pág. 319-323

C. D. U. 621.313.3

A prototype Brushlens A. C. Generator — *P. G. Ron.*

A. E. I. Engineering, 1-961, vol. 1, n.º 1, pág. 26-33.

C. D. U. 621.313.3-181.2 : 621.311.21

Alternadores Brown Boveri, de grande potência, para centrais hidráulicas — *M. Ebers Benger.*

Suíça Técnica, 1960, n.º 2, pág. 26.

C. D. U. 621.313.322-821.2

L'alternateur pour la turbine tubulaire de Skogsforsen — *Almström, K. et Rönnevig, C.*

Asea-Revue 33 (1961) . 5, pág. 184-189.

C. D. U. 621.313.322-82

Les alternateurs de Stornorrfors — *Strömberg, T.*

Asea-Revue 31 (1959) : 6, pág. 141-148.

C. D. U. 621.313.322-82 (481)

Generators for the Svælgfos III Hydroelectric Power Station in Norway — *Lothar Nasahl and Eberkard Ulbrich.*

Siemens Review XXVII (1960), pág. 140-144, 5 figuras.

C. D. U. 621.313.325

Les compensateurs synchronos triphasés.

Bulletin Oerlikon, 2-961, n.º 344, pág. 11.

C. D. U. 621.313.325

40 MVA synchronous condenser in Canada — *Garmo, R.*

Asea Journal 34 (1961) : 1, pág. 12-15.

C. D. U. 621.313.332-82

The 150 MVA generators at Stornorrfors — *Strömberg, T.*

Asea Journal 33 (1960) : 1-2, pág. 9-16.

Aglomerado Negro de Cortiça

... o isolante mundialmente preferido

na construção moderna.

ISOLAMENTOS

TÉRMICOS · ACÚSTICOS E VIBRÁTICOS

ISOLA

SOC. COM. de ISOLAMENTOS de CORTIÇA, LDA.
Av. António Augusto de Aguiar, 17 - Lisboa
TEL: 47824-41697

Guia de Análise Química das Águas

(Potáveis, Minerais e para a Indústria)

POR

A. Herculano de Carvalho

Professor do Instituto Superior Técnico
e do Instituto de Hidrologia de Lisboa

PREÇO 90$00

Pedidos à «Técnica»

Desconto 10 % aos assinantes

um sucesso no progresso!

C. D. U. 621.313.333

Nouveaux moteurs asynchrones fermés, conformes aux recommandations de la C. E. I. — *H. U. Vürgler.*
Revue Brown Boveri, 3-960, vol. 47, n.° 3, pág. 119-123.

C. D. U. 621.314.21.015.33

Prédétermination des phénomènes transitoires dans les transformateurs souneis à une tension de choc — *M. Krondl, A. Schleich.*
Bulletin Oerlikon, 12-960, n.° 342-343, pág 114-133.

C. D. U. 621.314.214 : 661.665

Transformers for High capacity Carbid Furnaces — *Alfons Sauer.*
Siemens Review XXVIII (1961), pág. 419-420, 1 figura

C. D. U. 621.314.214.2 : 677

Régulateur inductif de champ pour machines à courant continu dans l'industrie textile — *Erich Goppert.*
Revue Siemens 19 (1961), pág. 358, 1 figura.

C. D. U. 621.315.285 (261.22)

Sea trials for the laying of the cross — Channel power cable — *W. G. Hawley.*
AEI Engineering, 5-961, vol. 1, n.° 5, pág. 188-192

C. D. U. 621.815.32 : 621.395

PVC Switchboard Cables for Communications — *Hans Neumeier and Rudolf Thomanik.*
Siemens Review XXVII (1960), pág. 29-31, 3 figuras.

C. D. U. 621.316.17

Adequate Electrical Installations in Buildings — *C. A. Belcher.*
Journal IEE, 2-961, vol. 7, n.° 74, pág. 87-89.

C. D. U. 621.316.312

The switchgear at Stornorrfors power-station — *Svidén, S. and Nordlöf, G.*
Asea Journal 33 (1960) : 10-11, pág. 162-168.

C. D. U. 621.316.542.027.3.064.25

La chambre à réaction — um organe de coupure pour les disjoncteurs à haute tension — *Ohman, G.*
Asea-Revue 33 (1961) : 5, pág. 189-192.

C. D. U. 621.316.7 : 66

Progress in the Field of Automatic Control Equipment for Large Chemical Plants — *Ludwig Merz.*
Siemens Review XXVIII (1961), pág. 387-393, 5 figuras, bibliografia.

C. D. U. 621.316.933.6.064.44

Active-Gap Lightning Arresters — *Greve, Arent W.*
Asea Journal, 1961, vol. 34, n.° 8-9, pág. 143-147.

C. D. U. 621.317.2 : 621.316.54

The back-up circuit-breakers, high-speed making switches and isolators in the Asea High-power Laboratory at Ludvika — *Strindemark, A.*
Asea Journal, 34 (1961) : 3, pág. 27-34.

C. D. U. 621.319.4 : 621.316.94

Batterie de condensateurs avec filtre — *Stackegard, H.*
Asea Journal 33 (1961) : 4, pág. 123-126.

C. D. U. 621.327 : 534.15

Auxiliary Equipment for Fluorescent Lighting — *Anderson, S.*
Journal of the I. E. E., 4-961, vol. 5, n.° 52, pág. 212-220.

C. D. U. 621.34 : 676.2.53.62

Problemas de arrolamiento en la industria papelera — *G. Klatte.*
AEG al día, 3-959, n.° 3, pág 250-257.

C. D. U. 621.391 : 621.394.1

Error correction in digital data transmission — *J. E. Meggit.*
Journal IEE, 7-961, vol. 7, n.° 79, pág. 409-411.

C. D. U. 621.391 : 621.394.14

Pioneers of Binary Coding — *F. G. Heath.*
Journal IEE, 9-961, vol. 7, n.° 81, pág. 539-541.

C. D. U. 621.395.72 (43-2.4) : 654·153.4

Le bureau central international de Francfort (Main) — *Roman Adler et Hans Bretschneider.*
Revue Siemens 18 (1960), pág. 16-20, 3 figs, bibliog.

C. D. U. 621.395.72 (728.1)

Les premiers centraux à sélecteurs EMD au Guatemala — *Rudolfo Lorenz.*
Revue Siemens 18 (1960), pág. 32-33, 2 figuras.

C. D. U. 621.397.232.6 : 621.397.61.029.63

Band IV/V TV Transmitter with Fixed IF Modulation — *E. Heinecke and H. Hornung.*
SEL-Nachr. 9 (1961), n.° 1, pág. 1-5.

C. D. U. 621.516

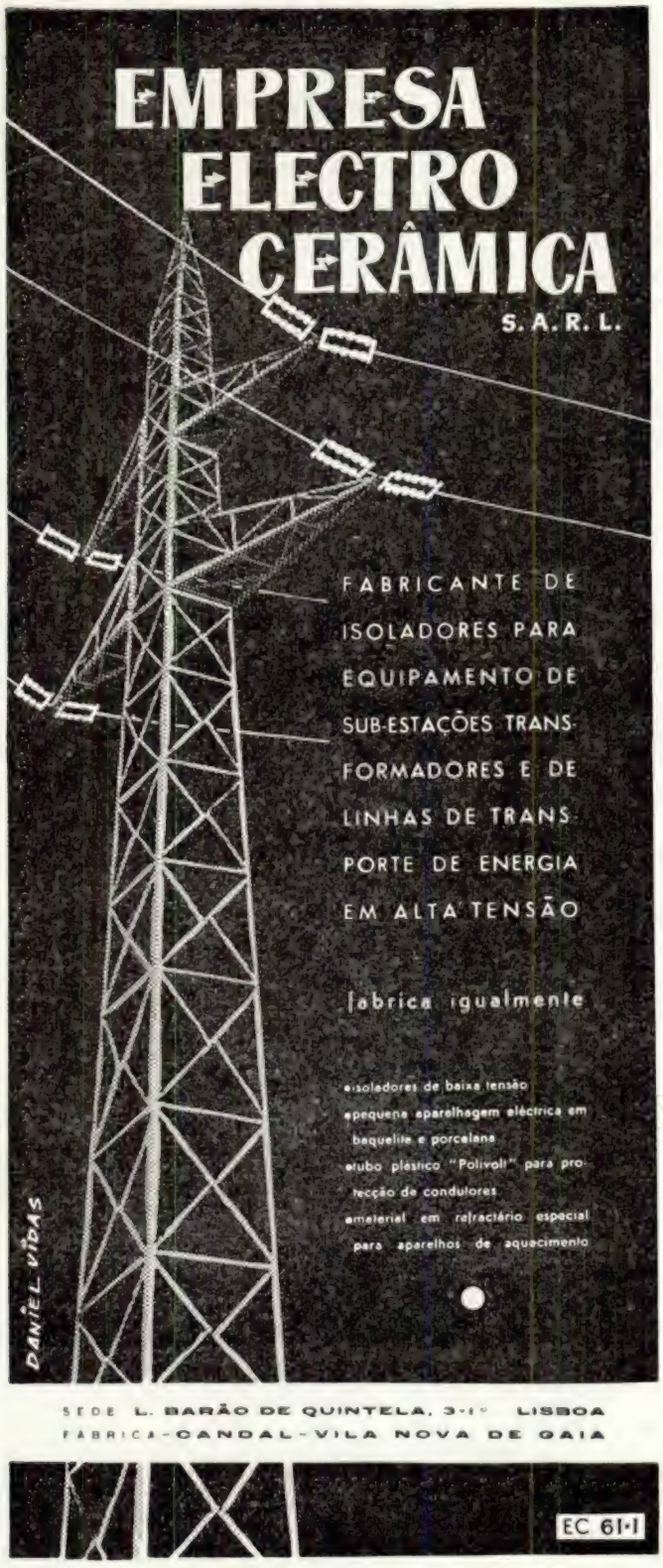
Elmo Gas Pumps in Sugar Mills — *Walter Boume.*
Siemens Review XXVII (1960), pág. 266-270, 5 figuras, bibliografia.

C. D. U. 621.771.232 (489) : 621.313.2.077.3

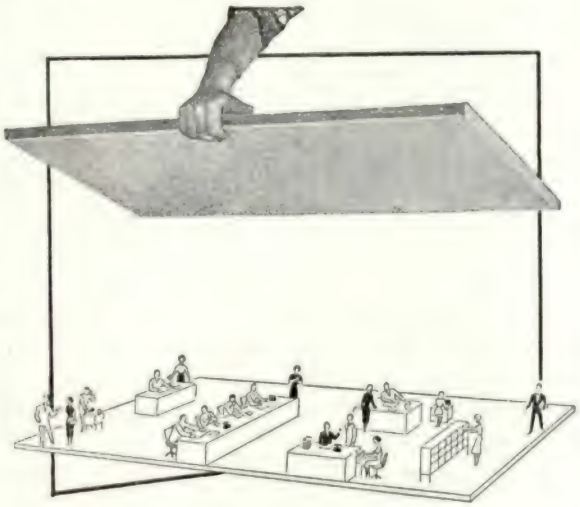
Un laminoir danois à tôles fortes — *Reibring, G.*
Asea-Revue 33 (1961) : 4, pág. 138-141.

C. D. U. 621.771.252 : 621-531.6

Une nouvelle tréfilerie italienne d'aciers de qualité — *Lundberg, T.*
Asea-Revue 33 (1961) : 5, pág. 163-170.



Vitrofil



ESTE TECTO

absorvendo os ruídos

aumenta o rendimento do pessoal

- ★ Coeficiente elevado de absorção do som
- ★ Poder isolante elevado
- ★ Fácil aplicação
- ★ Incombustível
- ★ Fácil de limpar

Numerosas referências em cinemas, salas de aula, escritórios, salas de mecanografia, refeitórios, estúdios de rádio e de televisão, oficinas, etc.

NACIONAL FIBRAS DE VIDRO, LDA.

Rua Braamcamp, 15, 2.º Dt.º—LISBOA

Tel. 5 91 50 — 5 91 24

C. D. U. 621.771.252 : 621-531.6 : 621.944.5

An Italian wire-rod mill for high-quality steel — *Lunberg, T.*

Asea Journal 33 (1960): 12, pág. 199-206.

C. D. U. 621.791.736.3

Soudage par bossages — un procédé rationnel de soudage par résistance — *Friedrich Czech.*

Revue Siemens 18 (1960), pág. 20-25, 10 figs., bibliog.

C. D. U. 621.791.75.042.4

The design of welding electrodes — *I. C. Fitch.*

A.E.I. Engineering, 5-961, vol. 1, n.º 5, pág. 205-210.

C. D. U. 621.791.76.03 : 621.3.025.3

Les machines à souder pur résistance avec transformateur de fréquence triphasé — monophasé — *F. Gerspacher, O. Waldvogel.*

Revue Brown Boveri, 3-960, vol. 47, n.º 3, pág. 180-185

C. D. U. 621.873.3-83 : 629.12

Nouvelle grue électrique de pont — *Sallow, A. et Lindholm, C-H.*

Asea-Revue 33 (1961) : 6, pág. 203-209.

C. D. U. 621.9-83 : 621.38

L'Équipement électrique à inversion rapide des raboteuses à comand électronique sans contacts — *F. Glantschnig.*

Revue Brown Boveri, 3-960, vol. 47, n.º 3, pág. 131-135

C. D. U. 621.946.12

Loop regulation in rod and strip mills — *Bengtson, W.*

Asea Journal 33 (1960): 6, pág. 89-92.

C. D. U. 621.954-83

Equipement électrique d'une fraiseuse-aléseuce avec dispositif de copiage — *A. Scheukel.*

Revue Brown Boveri, 3-960, vol. 47, n.º 3, pág. 124-130

C. D. U. 622.235.21

Ammonium nitrates mills are soaked with molasses to improve blasting at weed Herghts — *C. G. Houck.*

World Mining, 9-959, vol. 12, n.º 9, pág. 36-37.

C. D. U. 622.245.33 : 622.243.144.2

Bones à densités élevées — *Belarmino F. Fortes.*

Est. Nat. Trab. Serv. Fom. Min., vol. 15, n.º 1-2, pág. 81-100.

C. D. U. 622.256.005

How to use new swedish platform for fast, low-cost raise drinng — *Kurt Gustafsson.*

World Mining, 9-959, vol. 12, n.º 10, pág. 42-44.

C. D. U. 622.625.28-831

Locomotives du fond à fil de trolley de construction nouvelle — *Georg Gawronski.*

Revue Siemens 17 (1959), pág. 257-260, 3 figuras, 1 tab

C. D. U. 622.807 : 622.411.51 : 622.872[616.24-003.6]

A técnica de amostragem e de contagem de poeiras e o estudo da prevenção da silicose em França e na Bélgica — *Ricardo Jorge Macedo.*

Est. Nat. Trab. Serv. Fom. Min, vol. 15, n.º 1-2, pág. 101-176.

C. D. U. 622.872[616 24-003.6] : 613.62

A Silicose e as Minas — *Fernando Soares Carneiro.*

Est. Nat. Trab. Serv. Fom. Min., vol. 15, n.º 1-2, pág. 51-80.

C. D. U. 622.872[616.24-003.6]

Inquérito preliminar sobre a silicose em minas por radiofotografia.

Boletim de Minas, 1961, n.º 9, pág. 1-21.

C. D. U. 622.872[616.24-003.6] : 622.411.51 : 622.807

A técnica de amostragem e de contagem de poeiras e o estudo da prevenção da silicose em França e na Bélgica — *Ricardo Jorge Macedo.*

Est. Nat. Trab. Serv. Fom. Min., vol. 15, n.º 1-2, pág. 101-176.

C. D. U. 624.043.7 (64)

Estudo de comportamento das construções quando do sismo de Agadir — *Eng.os Ferry Borges e João Madeira Costa.*

Binário, 5-961, n.º 32, pág. 255-295.

C. D. U. 624.27 (44)

Puente sobre el rio Lay.

Informes de la construccion, 11-959, n.º 115.

C. D. U. 625.855.3.088

Central movil de hormijon asfáltico — *Informes de Braham Patterssos & Banhan Ltd.*

Informes de la construccion, 11-959, n.º 115.

C. D. U. 625.92-83

Aerial Ropeways — *J. D. Kill, D. R. Johns.*

A.E.I. Engineering, 12-691, vol. 1, n.º 12, pág. 436-441.

C. D. U. 627.824.7

Presa Orlik em Checoslováquia — *Mojmir Cigánek.*

Informes de la construccion, 11-959, n.º 115.

C. D. U. 627.824 (73)

Esclusa Wilso.

Informes de la construccion, 11-959, n.º 115.

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.

Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 479 61 — 479 93 — 479 97

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 5 4666

C. D. U. 628.24 : 312

Base demográfica para projectos de saneamento — *Eng.º Henrique Chaves e Azevedo Netto.*

Revista do Eng. «Mackengie», 10-958/959, n.º 137, pág. 33-38.

C. D. U. 628.24 : 628.3

Normas para projecto de redes de esgoto sanitário e estação de tratamento de esgotos — *Tradução de Azevedo Welt.*

Revista do Departamento de H. e Fajoto de São Paulo, 4-959, n.º 33, pág. 31-49.

C. D. U. 628.29 : 727.1

O destino das águas de esgotos de prédios escolares situados em zonas desprovidas de colectores sanitários *Eng. José K. de Azevedo Netto.*

Revista do Eng. «Mackengie», 10-956 10-959, n.º 137, pág. 28-32.

C. D. U. 628.971.6 : 625.712.35/.36

The Illumination of High-level Roads and Tunnels — *Gerhard Smiatek.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 402-406, 7 figuras, bibliografia.

C. D. U. 628.974.68

Modern Illuminated Fountains — *Walter Tüngethal.*

Siemens Review XXVII (1960), pág. 151-155, 5 figuras.

C. D. U. 629.19 : 550.3 : 621.396.647.2

Radio Communication Using Earth-Satellite Repeaters *L. Pollack.*

SEL-Nacher. 9 (1961), n.º 2, pág. 73-77.

C. D. U. 65.01 : 658.2/5

Industry and commerce.

A.E I. Review of Workand Progress, 1960, 19-49.

C. D. U. 650 : 613.64 : 534.837

Industrial noise hazards and their prevention — *D. E. Hickish.*

Journal I. E. E., 3-961, vol. 7, n.º 75, pág. 151-155.

C. D. U. 656.8 : 681.178 : 621-52

Mechanizing the postal service — *R. S. Phillips.*

Journal I. E. E., 7-961, vol. 7, n.º 75, pág. 405-408.

C. D. U. 669.187.2

Large arc furnaces for steelworks — *Hammarlund, P. E.*

Asea Journal 33 (1960) : 4-5, pág. 56-64.

C. D. U. 676.1.03

Factores económicos y de otro carácter que deben ser considerados en el empleo del bagazo para la producción con esta materia prima de papel y celulose — *F. de Castro.*

Dyna, 3-961, vol. 36, n.º 3, pág. 153-156.

C. D. U. 676.1.004.8 : 628.515

Las lejias negras en la fabricación de pasta de papel — *Vicente Barberá Puig.*

Dyna, 9-961, vol. 36, n.º 9, pág. 619-629.

C. D. U. 676.102.1.7 : 621 : 53

Tratamento y dosificacion de la pasta en la industria del papel — *W. Uebrecht e D. Werner.*

AEG al dia, 3-959, n.º 3, pág. 210-215.

C. D. U. 676.105

Técnica química de la fabricación del papel — *José Orihnela Aguila.*

Ion, 3-960, vol. 20, n.º 224, pág. 146-153.

C. D. U. 676.2.052 : 621-523.8

Electrical Equipment on a Modern Newsprint Machine — *Wolfgang Schmitt.*

Siemens Review XXVII (1960) pág. 25-26, 1 fig.

C. D. U. 676.2.06 : 655.34

Dificuldades que se presentan en la impressión del papel — *F. de Castro.*

Dyna, 7-961, vol. 36, n.º 7, pág. 445-447.

C. D. U. 678.743.41 : 678.027.3

Problèmes Phisyco-Chimiques et Mécaniques dans L'extrusion du Polytétrafluo Réthylène — *W. Wrobel.*

Industrie des Plastiques Modernes, 1-2-961, vol. 13, n.º 1, pág. 25-30.

C. D. U. 678.762.3.01

Propriedades y aplicaciones del caucho poliisopreno — *P. G. Bourne.*

Iram (informaciones), 6-961, vol. 25, n.º 3, pág. 63-72.

679.5 : 620.17

Le probème fondamental des éprouvetes dans les essais des plastiques — *M. A. Dobraczynskt.*

Industrie des Plastiques Modernes, 1-2-961, vol. 13, n.º 1, pág. 42-44.

C. D. U. 681.142-8 : 621.316.11

Some applications of a medium-sized digital computer to power system problems — *J. G. Miles e M. N. John.*

The Metropolitan — Vickers, Gazette, 12-959, vol. 30, n.º 485, pág. 304-311.

C. D. U. 691.3 : 620.179.1

Ensayos no destructivos en el hormigón — *J. M. Tòbio.*

Ion, 4-960, vol. 20 n.º 225, pág. 202-215.

SISTEMA **Shawnee Poole**

- 3,5/4 Lts. de gasóleo por hora
- Declives até 20 % carregado e até 25 % descarregado
- 7 jardas cúbicas (10 toneladas) de capacidade
- Ângulo de viragem de 110°
- Redução do custo total de cada trabalho de 50 %
- Entregas imediatas

SÍMBOLO DE ECONOMIA E MOBILIDADE EM TRANSPORTES

Peça uma demonstração gratuita no próprio local do seu trabalho ao

Representante exclusivo

ESTABELECIMENTOS HEROLD, S. A. R. L.

Rua dos Fanqueiros, 278, 5.º — LISBOA

Telefones 324221/2/3

Tabelas para o Cálculo de Betão Armado

por Fernando Vasco Costa

4.ª edição revista e aumentada pelo autor e por João d'Arga e Lima

Preço 140$00

TOPOGRAFIA GERAL

pelo Eng.º A. C. Xerez

1.º Volume — 2.ª edição revista e aumentada

Preço de cada volume 150$00

MANUAL DE HIDRÁULICA

pelo Eng.º Armando C. Lencastre

Preço 150$00

Dicionário de Unidades e Tabelas de Conversão

Pelo Eng.º Vasco Costa e Osvaldo Francês

Preço 35$00

Pedidos à "Técnica"

Desconto: 10 % aos assinantes

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TECNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

Camions AUSTIN

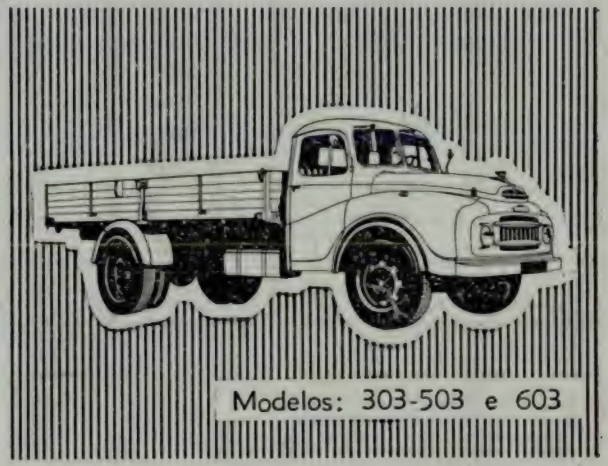
1,5 Ton. a 8 Ton.
Cabines Normais
ou Avançadas

•

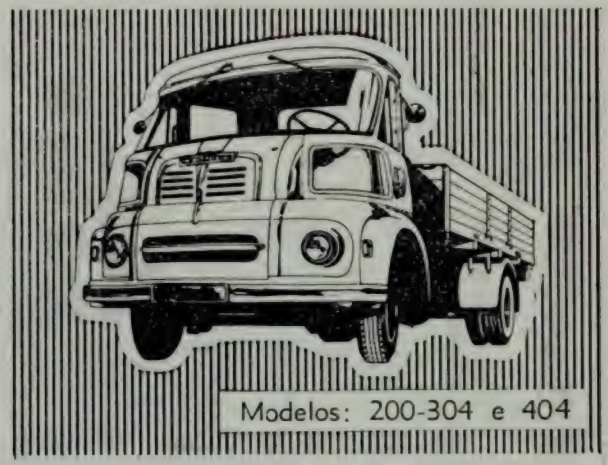
Basculantes e Reboques

RESOLVEM TODOS
OS PROBLEMAS
DE TRANSPORTES

Modelos: 504 e 702



Modelos: 303-503 e 603



Modelos: 200-304 e 404

DISTRIBUIDORES GERAIS: J. J. GONÇALVES, SUCRS.
LISBOA PORTO ÉVORA SANTARÉM AGENTES EM TODOS OS DISTRITOS

SONDAGENS RÓDIO, L.DA

LISBOA

RUA S. MAMEDE AO CALDAS, 22, 3.º

Telefones: 867165/6/7 ✦ Telegramas: SETANSOL

RODIO

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Engenheiro Chefe: **Walter Weyermann**

ALTA QUALIDADE EM PRODUTOS DE

FIBROCIMENTO

TUBOS • CHAPAS • PEÇAS MOLDADAS

Cimianto

medalha de ouro da exposição universal e internacional Bruxelas, 1958

Cimianto

SOCIEDADE TÉCNICA DE HIDRAULICA, S. A R. L.

Av. Fontes Pereira de Melo, 14 — Tel. 73 11 61 (4 linhas)

LISBOA

DUPLICADORES

Manuais e eléctricos.

Gestetner

OS MELHORES DO MUNDO

A GESTETNER, L.DA

RUA DA CONCEIÇÃO, 125 Telefone 2 2528 - LISBOA | LARGO DO PADRÃO, 20, 1.º Telefone 2 3469 - PORTO

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

SERRALHARIAS,

CALDEIRARIA,

FERRARIA,

FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 86 19 72

LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

AUTOMOVEIS

— **Austin**
J. J. Gonçalves, Sucrs. — Lisboa.

CONSTRUÇÃO CIVIL

CONSTRUTORES CIVIS

— **Construções Técnicas, Ld.ª**
Pr. do Município, 13-3.º — Lisboa — Tel. 36 65 09.

ESCAVADORAS

— **Estabelecimentos Herold, S.A.R.L.**
R. dos Fanqueiros, 278-5.º — Lisboa.

— **Guedes & Almeida**
R. de S. Nicolau, 71-4.º — Tel. 2 50 80 — Lisboa.

— **Monteiro Gomes, Limitada**
Rua Cascais, 47 (Alcântara) — Lisboa.

— **SMEIA — Sociedade de Mecanização Industrial e Agrícola, S. A. R. L.**
Av. Padre Manuel da Nóbrega, 8 — Lisboa.

— **Soc. Técnica de Equipamentos e Tractores, Ld.ª**
Av. de Madrid, 3-B — Lisboa — Tel. 72 40 53.

FUNDAÇÕES

— **Empresa de Sondagem e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª.**
Pr. da Figueira, 18, 3.º — Lisboa — Tel. 36 27 95.

— **Sociedade Construtora Portuguesa, Ld.ª**
Praça do Areeiro, 9-4.º E. — Lisboa 1 — Tel. 72 60 61 e 72 99 11.

IMPERMEABILZAÇÃO

— **Orlando Fernandes**
Rua Palmira, 46-A-B-C — Lisboa 1 — Tel. 83 01 63 e 84 26 39.

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 11 27.

— **Papelaria Fernandes — S.A.R.L.**
L. do Rato, 13 — Lisboa — Tel. 68 21 31/39.
R. do Ouro, 145 — Lisboa — Telef. 2 83 61 e 2 60 66

— **Emílio de Azevedo Campos & C.ª, Ld.ª**
R. de Santo António, 137-145 - Porto - Tel. 2 02 54/5.
R. Antero de Quental, 17-1.º - Lisboa - Tel. 55 33 60.

ISOLAMENTO ACÚSTICO

— **Isola**
Av. António Augusto de Aguiar, 17 — Lisboa — Tel. 4 78 24 - 4 16 97.

— **Nacional Fibras de Vidro, Ld.ª**
R. Braamcamp, 15-2.º D — Lisboa — Tel. 5 91 10 e 5 91 24.

ISOLAMENTO TÉRMICO

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

MAQUINAS HIDRAULICAS

— **H. Vaultier & C.ª**
Largo Vitorino Damásio, 1 — Lisboa.

— **Sofomil**
Rua Joaquim Bonifácio, 2-1.º — Lisboa — Tel. 4 05 66, 4 89 80 e 73 36 39.

MOBILIÁRO

— **Fábrica Portugal**

SONDAGENS

— **Augusto Cavaco**
R. Rodrigo da Fonseca, 62 — Lisboa — Tel. 5 38 73

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Pr. da Figueira, 18, 3.º — Lisboa — Tel. 36 27 95

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
R. de S. Mamede ao Caldas, 22-3.º — Lisboa — Tel. 86 71 65/7.

TINTAS

— **Henriques & Castro, Ld.ª**
Av. Conde de Valbom, 96 — Lisboa — Tel. 77 50 57 e 77 50 58.

VIBRADORES DE BETÃO

— **VIRBAR — Ingenieros**
Sociedade Comercial Romar
Rua da Boa Vista, 73-1.º — Lisboa.

CONSTRUÇÕES METALO-MECÂNICAS

CONSTRUTORES METALO-MECÂNICOS

— **Construções Metalo-mecânica MAGUE, Ld.ª**
Alverca
— **Companhia União Fabril**
Av. 24 de Julho, 170 — Lisboa 2 — Tel. 67 04 21

MÁQUINAS-FERRAMENTAS

— **Sociedade Comercial ROMAR, Ld.ª**
Lisboa.

ZINCAGEM

— **Oficina de Zincagem**
Apartado 5, Sacavém — Tel. 05 18 462.

EDIÇÕES TÉCNICAS

— **Revista TÉCNICA**
Av. Rovisco Pais.

EQUIPAMENTO ELÉCTRICO

— **ASEA**
Rua de Artilharia Um, 104-4.º Dt. — Lisboa — Tel. 68 90 17/8/9.
R. do Campo Alegre, 144, Porto — Tel. 6 21 06/9
— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel. 2 34 11 — Porto
— **Sociedade Michäelis de Vasconcelos, Ld.ª — Oerlikon**
Av. Marquês de Tomar, 94 — Lisboa.
P. da Liberdade, 114 — Porto.
— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.
— **Agência Geral de Material Eléctrico**
R. das Indústrias, 4-1.º — Tel. 66 06 92 — Lisboa

BATERIAS

— **TUDOR**
Av. Fontes Pereira de Melo.

DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

ELÉCTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa — Tel. 68 36 49.
R. do Bolhão, 216 — Porto — Tel. 2 12 77.

INSTRUMENTOS DE MEDIDA

— **English Eléctric de Portugal, Limitada**
R. Cascais, 47 (Alcântara) — Lisboa 3.
— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.

ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

INSTALAÇÕES

— **Electrotécnicos Reunidos, Ld.ª**
Lisboa
— **Azevedo & Pessi, Ld.ª**
R. Nova do Almada, 46 — Lisboa 2.

MÁQUINAS ELÉCTRICAS

— **Empresa Nacional de Aparelhagem Eléctrica, S.A.R.L.**
Av. 24 de Julho, 158 — Lisboa.
— **EFACEC**
S. Mamede de Infesta.

PILHAS

— **Tudor**
Av. Fontes Pereira de Melo.

SOLDADURAS

— **Sociedade Portuguesa do Ar Líquido**
R. da Quinta do Almargem, 14 — Lisboa — Tel. 63 71 36.
R. de Justino Teixeira, 617 — Porto — Tel. 5 00 31.

TELECOMUNICAÇÕES

— **Standard Eléctrica, S.A.R.L.**
Av. da Índia — Lisboa.
— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.º E — Porto — Tel. 2 48 18.

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

CORRENTES

— **RENOLD Harker, Sumner & C.ª, Ld.ª**
Largo do Corpo Santo, 14-18 — Lisboa.
Rua de Ceuta, 38-48 — Porto.

INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

— **Alfredo Alves & C.ª (Filhos)**
R. Academia das Ciências, 5 — Lisboa.

MÁQUINAS-FERRAMENTAS

— **Sociedade Comercial ROMAR, Ld.ª**
Lisboa.

MOTORES INDUSTRIAIS

— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.
160, R. de Santa Catarina, 168 — Porto.

ROLAMENTOS

Soc. S. K. F.
Praça da Alegria, 66-A — Lisboa.

INDÚSTRIAS QUÍMICAS

COLAS

— **ARALDITE — CIBA — Societé Anonyme — Suíça**

EQUIPAMENTO

— **Filtros Filfro, Ld.ª**
R. Capitão Filipe de Sousa, 128, Caldas da Rainha.

LIGAS METÁLICAS

— **Comp.ª Portuguesa de Fornos Eléctricos**
L. de S. Carlos, 4-2.º — Lisboa — Tel. 32 53 33 — 3 55 56 — 3 09 89.

LUBRIFICANTES

— **BP**
— **Mobil Oil**
— **SONAP**

TÊXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Pimentel & Casquilho, Ld.ª**
Rua das Portas de Santo Antão — Lisboa — Tel. 32 43 14 — 32 42 48.

CONTADORES

— **Metrimpex**
Budapest 62, Caixa Postal 202 — Hungy.

VÁLVULAS

— **CRANE**
R. Joaquim António de Aguiar, 45 — Lisboa 1.
— **Sociedade Portuguesa de Válvulas, Ld.ª**
R. Academia das Ciências, 5 - Lisboa - Tel. 3 17 10 — 3 17 18 — 3 17 19.
Pr. D. João I, 25-1.º — Porto — Tel. 2 47 71.

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

AÇOS ESPECIAIS

— **SOABAL — Sociedade de Aços para Betão Armado, Ld.ª**
R. Joaquim Bonifácio, 2-1.º-Lisboa-Tel. 4 05 66.

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.º — Lisboa — Tel. 47964-4 79 93-4 79 97.
R. Dr. António Granjo, 160/168-Porto-Tel. 5 46 66

BETÃO

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 4 78 12 e 5 01 29.

BETAO ARMADO

— **SOABAL — Sociedade de Aço para Betão Armado, Ld.ª**
R. Joaquim Bonifácio, 2-1.º-Lisboa-Tel. 4 05 66.

CIMENTOS

— **CIBRA - Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64.
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.
— **Companhia «Cimento Tejo»**
R. da Vitória, 88 - Lisboa 2 - Tel. 2 89 53 - 2 85 52.
— **Empresa de Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa — Tel. 5 91 61/66.
— **Secil**
R. do Comércio, 156 - Lisboa 2—Tel. 32 82 01/2/3

FIBROCIMENTO

— **Cimianto**
Av. Fontes Pereira de Melo, 14 — Tel. 73 11 61 — Lisboa.

MATERIAL DE DESENHO

— **Detécnica**
R. Nova do Almada, 32-34 - Lisboa - Tel. 76 53 21.

MATERIAL DE ESCRITÓRIO

DUPLICADORES

— **A Gestetner, Ld.**
R. da Conceição, 125 — Lisboa — Tel. 2 26 28.
L. do Padrão, 20-1.º - Porto — Tel. 2 34 69.

MOTORES DIESEL

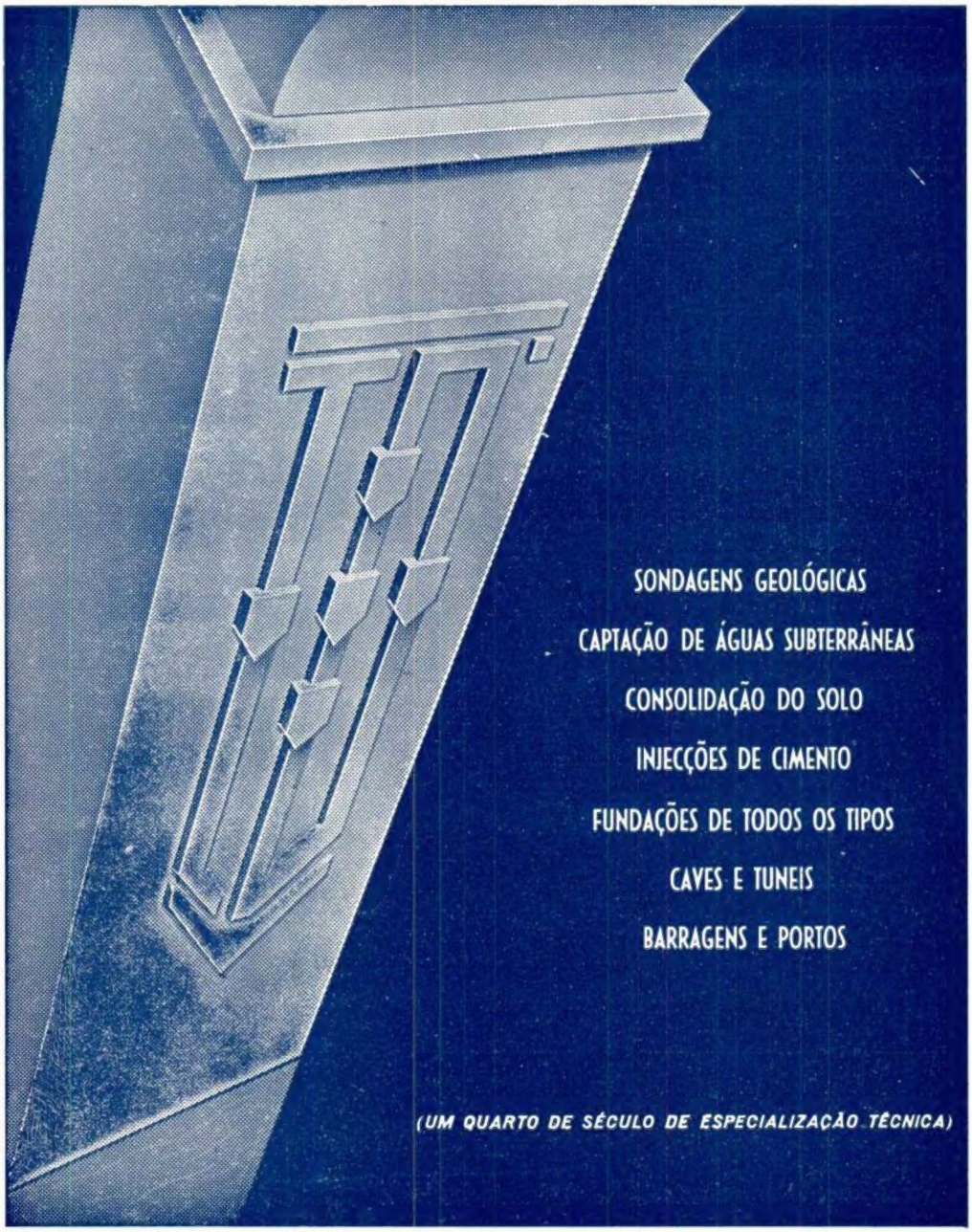
— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.
160, R. de S. Catarina, 168 — Porto

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.°
TELEF. 36 27 95

LISBOA



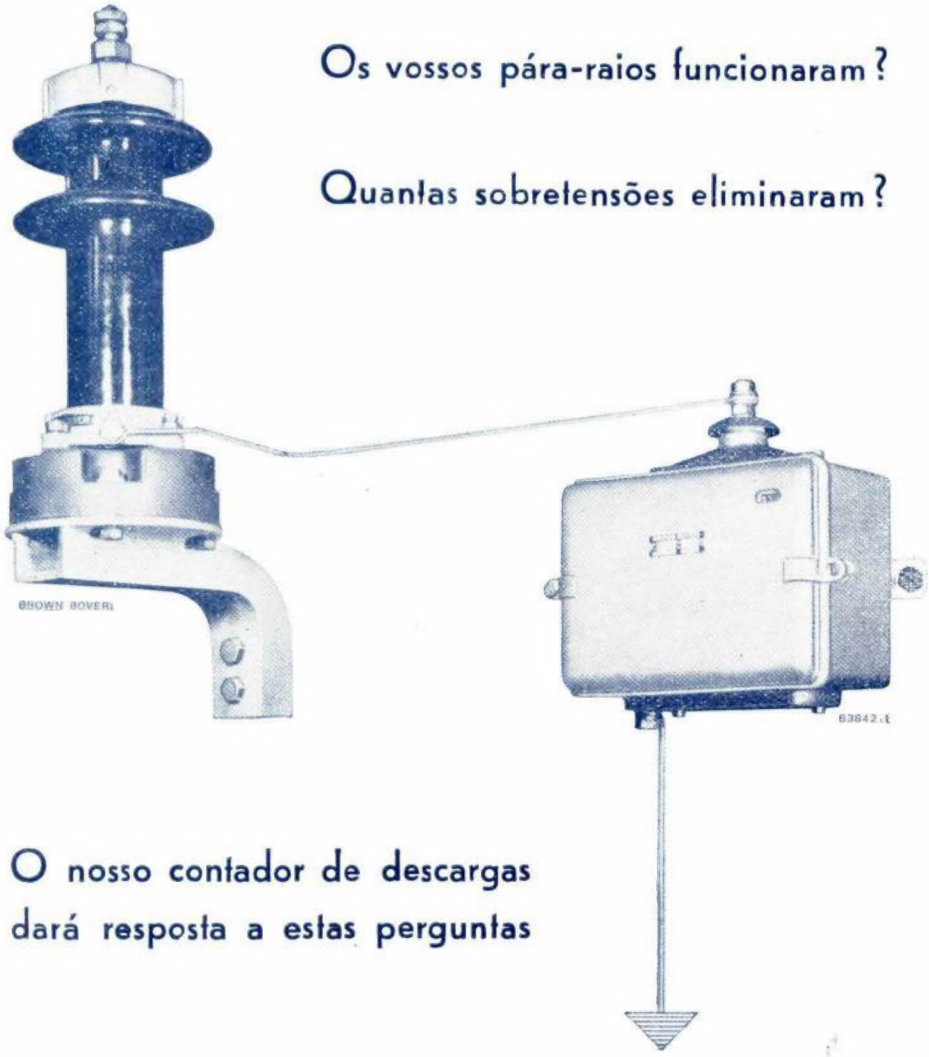
BROWN BOVERI

Pára-raios

Contadores de descargas

Os vossos pára-raios funcionaram?

Quantas sobretensões eliminaram?



O nosso contador de descargas
dará resposta a estas perguntas

Para cada problema de protecção, os nossos Serviços Técnicos podem indicar a solução mais apropriada

SOC. DE ELECT. **BROWN BOVERI**, LDA.

RUA DE SÁ DA BANDEIRA – 481-2.º TEL. 23411-PORTO